

**PENGEMBANGAN TRAINER RESISTOR DALAM RANGKAIAN ARUS
SEARAH PADA MATA PELAJARAN TEKNIK LISTRIK MENGGUNAKAN
LABVIEW 2016 BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO DI
KELAS X TEKNIK AUDIO VIDEO SMK NEGERI 2 YOGYAKARTA**

TUGAS AKHIR SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta untuk Memenuhi
Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan



Oleh :
Muhammad Zaini
NIM 13502244006

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2017**

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

**PENGEMBANGAN TRAINER RESISTOR DALAM RANGKAIAN ARUS
SEARAH PADA MATA PELAJARAN TEKNIK LISTRIK MENGGUNAKAN
LABVIEW 2016 BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO DI
KELAS X TEKNIK AUDIO VIDEO SMK NEGERI 2 YOGYAKARTA**

Disusun oleh:

Muhammad Zaini
NIM 13502244006

telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan

Ujian Akhir Tugas Akhir Skripsi bagi yang bersangkutan

Yogyakarta, 17 Januari 2017

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Elektronika,


Dr. Fatchul Arifin, S.T., M.T.
NIP. 19720508 199802 1 002

Disetujui,
Dosen Pembimbing,


Dr. Priyanto, M.Kom.
NIP. 19620625 198503 1 002

SURAT PERNYATAAN

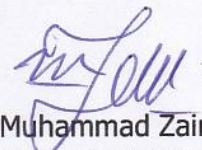
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Zaini
NIM : 13502244006
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Judul TAS : Pengembangan Trainer Resistor Dalam Rangkaian Arus
Searah Pada Mata Pelajaran Teknik Listrik
Menggunakan LabVIEW 2016 Berbasis Mikrokontroler
Arduino UNO Di Kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri
2 Yogyakarta

menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim

Yogyakarta, 17 Januari 2017

Yang menyatakan,



Muhammad Zaini
NIM. 13502244006

HALAMAN PENGESAHAN




Tugas Akhir Skripsi

PENGEMBANGAN TRAINER RESISTOR DALAM RANGKAIAN ARUS SEARAH PADA MATA PELAJARAN TEKNIK LISTRIK MENGGUNAKAN LABVIEW 2016 BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO DI KELAS X TEKNIK AUDIO VIDEO SMK NEGERI 2 YOGYAKARTA

Disusun Oleh:
Muhammad Zaini
NIM 13502244006

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi
Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
pada tanggal 26 Januari 2017

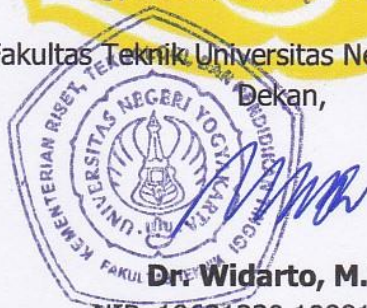
TIM PENGUJI

Nama/Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Dr. Priyanto, M.Kom. Ketua Penguji/Pembimbing		31/1-17
Nuryake Fajaryati, S.Pd.T., M.Pd Sekretaris		31/1-17
Drs. Muhammad Munir, M.Pd Penguji		30/1-17

Yogyakarta, 1 Februari 2017

Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,



Dr. Widarto, M.Pd.

NIP. 19631230 198812 1 001

MOTTO

"Berdoalah (mintalah) kepada-Ku, niscaya Aku kabulkan untukmu".

(QS. Al-Mukmin: 60)

Motivasi Terbesar Itu Ada Dalam Dirimu Sendiri (My Self)

Selaras Dengan "Allah Tidak Akan Merubah Nasib Seseorang Terkecuali

Dia Sendiri Yang Mengubahnya"

Motivasi Lahir Dari Keadaan TerburukKu Dan Inspirasi Lahir Dari

Keadaan Terbaik Orang lain (My Self)

Miskinku Tidak Menjadikanku Jatuh Dari Impianku (My Self)

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT atas terselesaikannya Tugas Akhir Skripsi ini dan patut kiranya Saya persembahkan kepada:

- ***Ibuku, Ibuku, Ibuku (Salbiah), Bapakku (Barkani), dan Adikku (Firmansyah) yang tercinta.***
- ***Saudara seperantauanku di Asrama Mahasiswa Kalimantan Selatan "Pangeran Antasari" Yogyakarta.***
- ***Teman seperjuanganku Kelas A Pendidikan Teknik Elektronika 2013 Universitas Negeri Yogyakarta.***
- ***Sahabat seperjuanganku di Garuda UNY Team UKM Rekayasa Teknologi.***
- ***Dan kepada semua yang berkaitan, yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir Skripsi ini.***

**PENGEMBANGAN TRAINER RESISTOR DALAM RANGKAIAN ARUS
SEARAH PADA MATA PELAJARAN TEKNIK LISTRIK MENGGUNAKAN
LABVIEW 2016 BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO DI
KELAS X TEKNIK AUDIO VIDEO SMK NEGERI 2 YOGYAKARTA**

Oleh:

Muhammad Zaini
NIM. 13502244006

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengetahui kelayakan trainer resistor dalam rangkaian arus searah pada mata pelajaran teknik listrik menggunakan LabVIEW 2016 berbasis mikrokontroler arduino UNO di kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta.

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*) dengan tahapan yang meliputi: (1) Potensi Masalah, (2) Pengumpulan Data, (3) Desain Produk, (4) Validasi Desain, (5) Revisi Desain, (6) Uji Coba Produk, (7) Revisi Produk, (8) Uji Coba Pemakaian, (9) Revisi Produk, dan (10) Produk Akhir. Objek Penelitian adalah trainer resistor dalam rangkaian arus searah. Metode yang digunakan dalam pengumpulan data pada penelitian ini meliputi pengujian, pengamatan, dan kuesioner (angket). Adapun validasi trainer ini melibatkan dua ahli materi dan dua ahli media pembelajaran, serta uji coba pemakaian dilakukan oleh 64 siswa kelas X (sepuluh) paket keahlian Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta. Teknik analisis data yang digunakan menggunakan analisis deskriptif kuantitatif.

Hasil penelitian pengembangan adalah berupa trainer resistor dengan 9 blok percobaan resistor dalam rangkaian arus searah yang dilengkapi dengan *virtual monitoring trainer* dan modul trainer. Hasil analisis penelitian ini menunjukkan bahwa trainer sudah sesuai dengan rancangannya sebagai trainer resistor. Hasil validasi trainer resistor yang dilakukan oleh ahli materi memperoleh tingkat validitas dengan persentase 82,95% dengan kategori sangat layak. Tingkat validasi konstruk oleh ahli media memperoleh tingkat validitas dengan persentase 86,57% dengan kategori sangat layak. Sedangkan uji pemakaian oleh siswa mendapat hasil sebesar 85,51% dengan kategori sangat layak. Sehingga trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini dikategorikan sangat layak sebagai media pembelajaran untuk mata pelajaran teknik listrik paket keahlian Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta.

Kata Kunci: trainer resistor, teknik listrik.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya, Tugas Akhir Skripsi dalam rangka untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan dengan judul "Pengembangan Trainer Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah Pada Mata Pelajaran Teknik Listrik Menggunakan Labview 2016 Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Di Kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta" dapat disusun sesuai dengan harapan. Tugas Akhir Skripsi ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dengan pihak lain. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Dr. Fatchul Arifin, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika sekaligus Validator instrumen penelitian TAS yang memberikan saran/masukan perbaikan sehingga penelitian TAS dapat terlaksana sesuai dengan tujuan.
2. Dessy Irmawati, M.T. selaku Validator instrumen penelitian TAS yang memberikan saran/masukan perbaikan sehingga penelitian TAS dapat terlaksana sesuai dengan tujuan.
3. Ponco Wali Pranoto, M.Pd. dan Satriyo Agung Dewanto, S.T., S.Pd.T., M.Pd. selaku Validator ahli materi dan media penelitian TAS yang memberikan saran/masukan perbaikan sehingga penelitian TAS dapat terlaksana sesuai dengan tujuan.
4. Dr. Priyanto, M.Kom., Nuryake Fajaryati, S.Pd.T., M.Pd., dan Drs. Muhammad Munir, M.Pd. selaku Pembimbing sekaligus Ketua Penguji, Sekretaris, dan Penguji Utama yang memberikan koreksi perbaikan secara komprehensif terhadap TAS ini.
5. Dr. Widarto, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang memberikan persetujuan pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi.
6. Para dosen dan staf Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan bantuan dan fasilitas selama proses penyusunan pra proposal sampai dengan selesainya TAS ini.

7. Drs. Sentot Hargiardi, M.M. selaku Kepala SMK Negeri 2 Yogyakarta yang telah memberi ijin dan bantuan dalam pelaksanaan penelitian Tugas Akhir Skripsi ini.
8. Para guru dan staf SMK Negeri 2 Yogyakarta yang telah memberi bantuan memperlancar pengambilan data selama proses penelitian Tugas Akhir Skripsi ini.
9. Semua pihak, secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan di sini atas bantuan dan perhatiannya selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.

Akhirnya, semoga segala bantuan yang telah berikan semua pihak di atas menjadi amalan yang bermanfaat dan mendapatkan balasan dari Allah SWT dan Tugas Akhir Skripsi ini menjadi informasi bermanfaat bagi pembaca atau pihak lain yang membutuhkannya.

Yogyakarta, Januari 2017

Penulis,

Muhammad Zaini

NIM. 13502244006

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
MOTTO.....	v
PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	5
C. Batasan Masalah	6
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan Penelitian	7

F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan.....	7
G. Manfaat Penelitian.....	8
1. Manfaat Teoritis.....	8
2. Manfaat Praktis.....	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA	10
A. Kajian Teori.....	10
1. Media Pembelajaran.....	10
2. Resistor	32
3. Mata Pelajaran Teknik Listrik	35
4. LabVIEW.....	37
5. Mikrokontroler Arduino UNO	45
B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	51
C. Kerangka Pikir.....	52
D. Pertanyaan Penelitian	54
BAB III METODE PENELITIAN.....	55
A. Model Pengembangan	55
B. Prosedur Pengembangan	56
1. Potensi dan Masalah	56
2. Pengumpulan Data	56
3. Desain Produk	57

4. Validasi Desain	58
5. Revisi Desain.....	59
6. Uji Coba Produk.....	59
7. Revisi Produk 1.....	59
8. Uji Coba Pemakaian	60
9. Revisi Produk 2.....	60
C. Sumber Data Penelitian	60
1. Obyek Penelitian.....	60
2. Subyek Penelitian	61
3. Waktu dan Tempat Penelitian	61
D. Metode dan Alat Pengumpulan Data	61
1. Metode Pengumpulan Data.....	61
2. Instrumen Penelitian	62
3. Pengujian Instrumen.....	64
E. Teknik Analisis Data	66
1. Data Kualitatif	67
2. Data Kuantitatif	67
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	70
A. Hasil Penelitian	70
1. Desain dan Realisasi Trainer	70

2. Pengujian Rangkaian.....	95
3. Uji Coba Produk.....	104
4. Revisi Produk 1.....	110
5. Uji Coba Pemakaian	110
6. Revisi Produk 2.....	114
B. Pembahasan.....	114
1. Validasi Isi (<i>Content Validity</i>)	116
2. Validasi Konstruk (<i>Construct Validity</i>)	117
3. Validasi Uji Coba Pemakaian	117
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	118
A. Simpulan	118
B. Keterbatasan Produk	119
C. Saran.....	119
DAFTAR PUSTAKA	121
LAMPIRAN.....	124

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Klasifikasi Media	16
Tabel 2. Kode Warna Resistor.....	33
Tabel 3. Kompetensi dasar dan indikator mata pelajaran teknik listrik	36
Tabel 4. Spesifikasi Teknik Arduino UNO.....	46
Tabel 5. Keterangan Blok Percobaan Trainer Resistor	58
Tabel 6. Kisi-kisi Instrumen untuk Ahli Materi.....	63
Tabel 7. Kisi-kisi Instrumen untuk Ahli Media	63
Tabel 8. Kisi-kisi Instrumen untuk Siswa.....	64
Tabel 9. Interpretasikan tingkat keadaan koefesien	66
Tabel 10. Kriteria Skor Penilaian	67
Tabel 11. Kategori Kelayakan Berdasarkan <i>Rating Scale</i>	69
Tabel 12. Hasil Pengukuran <i>Power Supply</i>	95
Tabel 13. Hasil Pengukuran <i>Power Supply</i> Arduino UNO dan Sensor	96
Tabel 14. Hasil Pengukuran Sensor Tegangan.....	97
Tabel 15. Hasil Pengukuran Sensor Arus	99
Tabel 16. Hasil Pengukuran <i>Voltmeter</i> dan <i>Ampermeter</i>	100
Tabel 17. Hasil Pengukuran Resistor Tetap.....	101
Tabel 18. Hasil Pengukuran Resistor Variabel.....	101
Tabel 19. Hasil Pengukuran NTC.....	101
Tabel 20. Hasil Pengukuran PTC.....	101
Tabel 21. Hasil Pengukuran VDR	102

Tabel 22.	Hasil Pengukuran LDR.....	102
Tabel 23.	Hasil Pengukuran Blok Rangkaian Resistor Seri.....	102
Tabel 24.	Hasil Pengukuran Blok Rangkaian Resistor Paralel	102
Tabel 25.	Hasil Pengukuran Blok Rangkaian Resistor Seri-Paralel.....	103
Tabel 26.	Hasil Pengukuran Blok Jembatan <i>Wheatstone</i>	103
Tabel 27.	Hasil Pengukuran Blok Metode <i>Mesh</i> dan <i>Loop</i>	103
Tabel 28.	Hasil Pengukuran Blok Reduksi Rangkaian	104
Tabel 29.	Hasil Pengukuran Blok Metode <i>Superposisi, Teorema Thevenin, dan Norton</i>	104
Tabel 30.	Data Hasil Uji Validasi Materi Pembelajaran.....	105
Tabel 31.	Persentase Hasil Uji Validasi Ahli Materi	106
Tabel 32.	Data Hasil Uji Validasi Media Pembelajaran	108
Tabel 33.	Persentase Hasil Uji Validasi Ahli Media.....	109
Tabel 34.	Data Hasil Uji Validitas untuk Butir 1	111
Tabel 35.	Hasil Perhitungan Validitas Butir Instrumen.....	112

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Langkah-Langkah Penggunaan Metode <i>Research</i> dan <i>Development</i>	19
Gambar 2. Blok Diagram Trainer Resistor.....	21
Gambar 3. Diagram Alir Pembuatan Program <i>Virtual Monitoring Trainer</i>	22
Gambar 4. Jenis Resistor Menurut Konstruksinya	32
Gambar 5. Simbol Resistor Tetap dan Resistor Variabel.....	32
Gambar 6. Pembacaan Kode Warna Resistor	33
Gambar 7. Simbol NTC	34
Gambar 8. Simbol PTC	34
Gambar 9. Simbol LDR	35
Gambar 10. Simbol VDR.....	35
Gambar 11. Tampilan Awal <i>Software</i> LabVIEW 2016.....	37
Gambar 12. Tampilan Utama <i>Softaware</i> LabVIEW 2016	38
Gambar 13. <i>Front Panel</i>	39
Gambar 14. Blok Diagram.....	39
Gambar 15. <i>Control Pallete</i>	40
Gambar 16. <i>Functions Pallete</i>	40
Gambar 17. Diagram Pembacaan dan Indikator Tegangan dan Arus	45
Gambar 18. Bentuk Fisik <i>Board</i> Arduino UNO	45
Gambar 19. Tampilan Halaman Utama <i>Software</i> Arduino	50
Gambar 20. Sensor Tegangan.....	50
Gambar 21. Sensor Arus ACS712-5Amper	51

Gambar 22.	Kerangka Pikir Penelitian	53
Gambar 23.	Langkah-Langkah Penggunaan Metode <i>Research</i> dan <i>Development</i>	55
Gambar 24.	Blok Diagram Trainer Resistor Keseluruhan	58
Gambar 25.	Skematik Rangkaian Blok Resistor Tetap dan Resistor Variabel ...	71
Gambar 26.	Desain <i>Top Overlay</i> Blok Resistor Tetap dan Resistor Variabel	71
Gambar 27.	Realisasi Blok Resistor Tetap dan Resistor Variabel	71
Gambar 28.	Sekmatik Rangkaian Blok NTC, PTC, VDR, dan LDR	72
Gambar 29.	Desain <i>Top Overlay</i> Blok NTC, PTC, VDR, dan LDR	72
Gambar 30.	Realisasi Blok Blok NTC, PTC, VDR, dan LDR	73
Gambar 31.	Skematik Rangkaian Blok Rangkaian Resistor Seri	73
Gambar 32.	Desain <i>Top Overlay</i> Blok Rangkaian Resistor Seri	73
Gambar 33.	Realisasi Blok Rangkaian Resistor Seri	74
Gambar 34.	Skematik Rangkaian Blok Rangkaian Resistor Paralel	74
Gambar 35.	Desain <i>Top Overlay</i> Blok Rangkaian Resistor Paralel	74
Gambar 36.	Realisasi Blok Rangkaian Resistor Paralel	75
Gambar 37.	Skematik Rangkaian Blok Rangkaian Resistor Seri-Paralel.....	75
Gambar 38.	Desain <i>Top Overlay</i> Blok Rangkaian Seri-Paralel	75
Gambar 39.	Realisasi Blok Rangkaian Seri-Paralel	76
Gambar 40.	Skematik Rangkaian Blok Jembatan <i>Wheatstone</i>	76
Gambar 41.	Desain <i>Top Overlay</i> Blok Jembatan <i>Wheatstone</i>	77
Gambar 42.	Realisasi Blok Jembatan <i>Wheatstone</i>	77
Gambar 43.	Skematik Rangkaian Blok Metode <i>Mesh</i> dan Metode <i>Loop</i>	77
Gambar 44.	Desain <i>Top Overlay</i> Blok Metode <i>Mesh</i> dan Metode <i>Loop</i>	78
Gambar 45.	Realisasi Blok Metode <i>Mesh</i> dan Metode <i>Loop</i>	78

Gambar 46.	Skematik Rangkaian Blok Reduksi Rangkaian (Segitiga-Bintang) ..	78
Gambar 47.	Desain <i>Top Overlay</i> Blok Reduksi Rangkaian (Segitiga-Bintang) ..	79
Gambar 48.	Realisasi Blok Reduksi Rangkaian (Segitiga-Bintang)	79
Gambar 49.	Skematik Rangkaian Blok Metode Superposisi, Teorema <i>Thevenin</i> , dan Teorema <i>Norton</i>	79
Gambar 50.	Desain <i>Top Overlay</i> Blok Metode Superposisi, Teorema <i>Thevenin</i> , dan Teorema <i>Norton</i>	80
Gambar 51.	Realisasi Blok Metode Superposisi, Teorema <i>Thevenin</i> , dan Teorema <i>Norton</i>	80
Gambar 52.	Skematik Rangkaian <i>Power Supply</i> Menggunakan <i>DC to DC</i> <i>Module</i>	81
Gambar 53.	Desain <i>Top Overlay Power Supply</i> 1 dan 2	81
Gambar 54.	Realisasi <i>Power Supply</i> 1 dan 2.....	81
Gambar 55.	Desain <i>Top Overlay Power Supply</i> 3	82
Gambar 56.	Realisasi <i>Power Supply</i> 3	82
Gambar 57.	Skematik Rangkaian <i>Interface</i> Arduino UNO.....	82
Gambar 58.	Skematik Rangkaian <i>Interface</i> Arduino UNO Setelah Direvisi.....	83
Gambar 59.	Desain <i>Top Overlay</i> Arduino UNO.....	83
Gambar 60.	Realisasi <i>Interface</i> Arduino UNO.....	83
Gambar 61.	Skematik Rangkaian 3 <i>Channel Voltmeter</i>	84
Gambar 62.	Desain <i>Top Overlay Voltmeter</i> dan Indikator	84
Gambar 63.	Realisasi 3 <i>Channel Voltmeter</i> dan Indikator	84
Gambar 64.	Skematik Rangkaian <i>Voltmeter</i> Setelah Direvisi	85
Gambar 65.	Realisasi Rangkaian 3 <i>Channel Voltmeter</i> Setelah Direvisi.....	85
Gambar 66.	Skematik Rangkaian 3 <i>Channel Ampermeter</i>	86
Gambar 67.	Desain <i>Top Overlay Ampermeter</i> dan Indikator	86

Gambar 68.	Realisasi 3 <i>Channel Ampermeter</i> dan Indikator.....	86
Gambar 69.	Rangkaian Konverter Arus ke Tegangan	87
Gambar 70.	Skematik Rangkaian Sensor Arus Setelah Direvisi	88
Gambar 71.	Skematik Rangkaian <i>Power Supply</i> -5VDC.....	88
Gambar 72.	Desain <i>Top Overlay</i> Sensor Arus dan <i>Power Supply</i> -5VDC	88
Gambar 73.	Desain Bottom Layer Sensor Arus dan Power Supply -5VDC	89
Gambar 74.	Realisasi 3 <i>Channel</i> Sensor Arus Setelah Direvisi.....	89
Gambar 75.	Skematik Rangkaian Indikator Sensor.....	89
Gambar 76.	Desain Keseluruhan <i>Top Overlay</i> Trainer Resistor	90
Gambar 77.	Desain Keseluruhan <i>Bottom Layer</i> Trainer Resistor	90
Gambar 78.	Realisasi Keseluruhan Trainer Resistor	90
Gambar 79.	Tampilan <i>Front Panel Virtual Monitoring Trainer</i>	91
Gambar 80.	Program Blok Diagram <i>Virtual Monitoring Trainer</i>	91
Gambar 81.	Desain Boks Bagian Utama	92
Gambar 82.	Desain Boks Bagian Penutup Laci	92
Gambar 83.	Desain Boks Bagian Laci	93
Gambar 84.	Realisasi Boks Bagian Utama	93
Gambar 85.	Realisasi Boks Bagian Laci	93
Gambar 86.	Realisasi Boks Keseluruhan.....	93
Gambar 87.	Desain Sampul Modul Trainer	95
Gambar 88.	Grafik Hasil Pengukuran Sensor Tegangan <i>Channel</i> 1	97
Gambar 89.	Grafik Hasil Pengukuran Sensor Tegangan <i>Channel</i> 2	98
Gambar 90.	Grafik Hasil Pengukuran Sensor Tegangan <i>Channel</i> 3	98
Gambar 91.	Grafik Hasil Pengukuran Sensor Arus <i>Channel</i> 1	99

Gambar 92.	Grafik Hasil Pengukuran Sensor Arus <i>Channel 2</i>	99
Gambar 93.	Grafik Hasil Pengukuran Sensor Arus <i>Channel 3</i>	100
Gambar 94.	Diagram Batang Persentase Kualitas Isi dan Tujuan dan Kualitas Instruksional Per Ahli Materi	107
Gambar 95.	Diagram Batang Persentase Kualitas Teknis dan Kualitas Instruksional Per Ahli Media.....	109
Gambar 96.	Persentase Kelayakan Tiap Aspek.....	113

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik UNY	125
Lampiran 2. Surat Ijin Penelitian Fakultas Teknik UNY	126
Lampiran 3. Surat Ijin Penelitian Pemerintah Daerah DIY	127
Lampiran 4. Surat Ijin Penelitian Pemerintah Kota Yogyakarta	128
Lampiran 5. Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian	129
Lampiran 6. Surat Permohonan Validasi Instrumen Penelitian 1	130
Lampiran 7. Surat Permohonan Validasi Instrumen Penelitian 2	131
Lampiran 8. Surat Pernyataan Validasi Instrumen Penelitian 1	132
Lampiran 9. Surat Pernyataan Validasi Instrumen Penelitian 2	133
Lampiran 10. Hasil Validasi Instrumen Penelitian 1	134
Lampiran 11. Hasil Validasi Instrumen Penelitian 2	135
Lampiran 12. Surat Permohonan Validasi Ahli Materi 1	136
Lampiran 13. Surat Permohonan Validasi Ahli Materi 2	137
Lampiran 14. Surat Permohonan Validasi Ahli Media 1	138
Lampiran 15. Surat Permohonan Validasi Ahli Media 2	139
Lampiran 16. Lembar Evaluasi Trainer Resistor oleh Ahli Materi 1	140
Lampiran 17. Lembar Evaluasi Trainer Resistor oleh Ahli Materi 2	144
Lampiran 18. Lembar Evaluasi Trainer Resistor oleh Ahli Media 1	148
Lampiran 19. Lembar Evaluasi Trainer Resistor oleh Ahli Media 2	156
Lampiran 20. Lembar Evaluasi Trainer Resistor oleh Siswa	164
Lampiran 21. Hasil Uji Validitas Butir Instrumen	167

Lampiran 22. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen.....	168
Lampiran 23. Tabel Nilai <i>r Product Moment</i>	169
Lampiran 24. Hasil Uji Pemakaian Tiap Aspek.....	170
Lampiran 25. Hasil Uji Pemakaian oleh Siswa	171
Lampiran 26. Dokumentasi	172

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan mempunyai peran yang sangat penting dalam meningkatkan pembangunan suatu negara. Pendidikan yang baik tentunya akan menghasilkan pembangunan negara yang baik pula. Hal ini sesuai dengan tujuan nasional, yang termuat dalam Pembukaan Undang-Undang Dasar 1945 yaitu melindungi segenap bangsa dan seluruh tumpah darah Indonesia, memajukan kesejahteraan umum, mencerdaskan kehidupan bangsa, serta ikut melaksanakan ketertiban dunia yang berlandaskan kemerdekaan, perdamaian abadi, dan keadilan sosial. Selaras dengan tujuan negara, pemerintah merumuskan tujuan pendidikan nasional yang termuat dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 bahwa pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab.

Salah satu wujud konkrit pemerintah untuk mencapai tujuan pendidikan nasional adalah dengan meningkatkan kualitas sumber daya manusia melalui sekolah menengah kejuruan yang diharapkan mampu mengisi tenaga kerja di sektor dunia industri. Sekolah menengah kejuruan merupakan lembaga pendidikan dan pelatihan formal di bidang: (1) teknologi dan rekayasa, (2) teknologi informasi

dan komunikasi, (3) kesehatan, (4) seni, kerajinan, dan pariwisata, (5) agribisnis dan agroindustri, dan (6) bisnis dan manajemen, yang mempersiapkan siswa dan siswi untuk memasuki lapangan kerja serta mengembangkan sikap profesional kerja. Sebagaimana yang termuat dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 29 Tahun 1990, pendidikan menengah kejuruan bertujuan: (1) meningkatkan pengetahuan siswa untuk melanjutkan pendidikan pada jenjang yang lebih tinggi dan untuk mengembangkan diri sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi dan kesenian, (2) meningkatkan kemampuan siswa sebagai anggota masyarakat dalam mengadakan hubungan timbal-balik dengan lingkungan sosial, budaya dan alam sekitarnya. Untuk mendukung tercapainya tujuan pendidikan standar sarana dan prasarana untuk sekolah menengah kejuruan/madrasah aliyah kejuruan (SMK/MAK) mencakup kriteria minimum sarana dan kriteria minimum prasarana (Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No.40 Tahun 2008).

Sekolah menengah kejuruan bidang rekayasa dan teknologi yang ada di Daerah Istimewa Yogyakarta salah satunya adalah SMK Negeri 2 Yogyakarta. SMK Negeri 2 Yogyakarta terdiri dari sembilan paket keahlian yaitu Teknik Kendaraan Ringan, Teknik Komputer Jaringan, Teknik Audio Video, Teknik Instalasi Tenaga Listrik, Teknik Permesinan, Teknik Gambar Bangunan, Teknik Konstruksi Batu & Beton, Multimedia, dan Teknik Survey Pemetaan. Sesuai dengan kurikulum 2013, pada paket keahlian Teknik Audio Video terdapat mata pelajaran Teknik Listrik yang diajarkan di kelas X (sepuluh). Berdasarkan silabus yang digunakan di SMK Negeri 2 Yogyakarta, mata pelajaran Teknik Listrik terdiri dari dua puluh empat kompetensi dasar.

Media pembelajaran adalah salah satu sarana yang digunakan untuk membantu komunikasi dalam pembelajaran. Fungsi media pembelajaran untuk merangsang pembelajaran dengan menghadirkan obyek sebenarnya atau duplikasi dari obyek yang sebenarnya sehingga memudahkan dalam menyamakan persepsi siswa. Selain itu, media pembelajaran juga mengatasi hambatan waktu, tempat, jumlah, jarak dan bisa memberi suasana belajar yang menarik dalam proses pembelajaran. Akan tetapi, dalam kenyataannya di sekolah-sekolah menengah kejuruan, media pembelajaran yang digunakan masih bersifat standar dan kurang menarik bagi siswa, bahkan tidak jarang ditemui dalam kondisi yang sudah tidak dalam keadaan prima. Keadaan ini membuat minat siswa dalam melaksanakan praktikum pada mata pelajaran teknik listrik masih sangat kurang.

Trainer resistor dalam rangkaian arus searah merupakan implementasi dari mata pelajaran teknik listrik sesuai dengan kompetensi dasar pada silabus yaitu: (1) memahami fungsi rangkaian resistor rangkaian kelistrikan, (2) menguji rangkaian resistor rangkaian kelistrikan, (3) menganalisis hukum-hukum kelistrikan dan teori kelistrikan, dan (4) menguji hukum-hukum kelistrikan dan teori kelistrikan. Trainer resistor dalam rangkaian arus searah juga belum ada sebelumnya di Paket Keahlian Teknik Audio Video, sehingga diharapkan mampu mempermudah dan mengajak siswa aktif dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada saat pelaksanaan praktik pengalaman lapangan Agustus 2016 terhadap pelaksanaan pembelajaran pada mata pelajaran Teknik Listrik siswa kelas X paket keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 2 Yogyakarta dan didukung dengan hasil wawancara dengan Bapak Marsudi, S.T. selaku guru mata pelajaran teknik listrik, didapat informasi bahwa

media pembelajaran yang ada masih belum optimal dan praktis untuk digunakan. Hal tersebut berdampak pada kecenderungan sikap kurang tertarik yang ditunjukkan siswa saat pembelajaran berlangsung. Permasalahan lainnya adalah keterbatasan dan kurangnya media pembelajaran yang digunakan menyebabkan beberapa topik praktikum ditiadakan sehingga sebagian besar siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep materi pelajaran Teknik Listrik. Alasan lainnya adalah kemampuan siswa yang berbeda dalam menerima atau memahami materi pelajaran Teknik Listrik.

Mengaplikasikan produk teknologi yang sering digunakan saat ini tentunya akan mengatasi keterbatasan media pembelajaran sehingga dapat meningkatkan kualitas pendidikan. Dengan menggunakan mikrokontroler (mini komputer) yang dipadukan dengan LabVIEW 2016 akan dapat menyajikan informasi dalam bentuk instrumentasi visual dan beroperasi secara otomatis. Sebagaimana manfaat teknologi adalah untuk memberikan kemudahan bagi pengguna, membuat pekerjaan menjadi lebih cepat, dan menjadikan pekerjaan lebih efisien.

Trainer ini akan dikembangkan menjadi 9 blok percobaan resistor dalam rangkaian arus searah. Setiap percobaan akan terintegrasi dengan mikrokontroler Arduino UNO sebagai pemroses utama, sensor arus ACS712, sensor tegangan yang informasi pembacaan sensor bisa diamati secara *real time* melalui instrumen visual LabVIEW 2016. Perbedaan yang mencolok dari tujuan penciptaan trainer resistor ini dikarenakan 9 blok percobaan resistor dalam rangkaian arus searah yang dikembangkan ini mengacu pada silabus dan kompetensi dasar pada mata pelajaran teknik listrik di SMK. Sehingga kesempatan siswa dalam memahami

resistor dalam rangkaian arus searah lebih mudah dalam akses untuk mempelajarinya.

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti bermaksud mengembangkan sebuah trainer resistor dengan judul "Pengembangan Trainer Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah Pada Mata Pelajaran Teknik Listrik Menggunakan LabVIEW 2016 Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Di Kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta". Sedangkan jenis penelitian yang dilakukan menggunakan penelitian dan pengembangan (*Research and Development*).

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, terdapat beberapa masalah yang dapat diidentifikasi, yaitu:

1. Media pembelajaran yang ada masih belum optimal dan praktis untuk digunakan.
2. Keterbatasan dan kurangnya media pembelajaran yang digunakan sehingga meninggalkan beberapa topik praktikum.
3. Adanya kesulitan yang dialami siswa dalam memahami konsep materi pelajaran Teknik Listrik.
4. Banyak kondisi media pembelajaran yang sudah tidak dalam keadaan prima.
5. Minat belajar siswa dalam melaksanakan praktikum pada mata pelajaran teknik listrik masih sangat kurang.
6. Media pembelajaran yang digunakan di sekolah-sekolah menengah kejuruan masih bersifat standar dan kurang menarik bagi siswa.

7. Belum adanya penggunaan media pembelajaran resistor dalam rangkaian arus searah yang digunakan untuk mata pelajaran Teknik Listrik yang sesuai dengan kompetensi dasar silabus.
8. Belum ada pengembangan media pembelajaran yang memadukan antara mikrokontroler arduino UNO dengan LabVIEW 2016.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah di atas, maka penelitian ini difokuskan pada pengembangan dan kelayakan trainer resistor dalam rangkaian arus searah pada mata pelajaran teknik listrik menggunakan LabVIEW 2016 berbasis mikrokontroler arduino uno di kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dan identifikasi masalah di atas, maka dapat dirumsukan permasalahan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana pengembangan trainer resistor dalam rangkaian arus searah pada mata pelajaran teknik listrik menggunakan LabVIEW 2016 berbasis mikrokontroler arduino UNO di kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta?
2. Bagaimana tingkat kelayakan trainer resistor dalam rangkaian arus searah pada mata pelajaran teknik listrik menggunakan LabVIEW 2016 berbasis mikrokontroler arduino UNO di kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini mengacu pada masalah yang telah disebutkan di atas yaitu untuk:

1. Mengembangkan trainer resistor dalam rangkaian arus searah pada mata pelajaran teknik listrik menggunakan LabVIEW 2016 berbasis mikrokontroler arduino UNO di kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta.
2. Mengetahui kelayakan trainer resistor dalam rangkaian arus searah pada mata pelajaran teknik listrik menggunakan LabVIEW 2016 berbasis mikrokontroler arduino UNO di kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta.

F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini yaitu trainer resistor yang dilengkapi dengan *virtual monitoring trainer* dan modul trainer. Trainer resistor ini menggunakan *software virtual instrument* LabVIEW 2016 dengan *interface* mikrokontroler arduino UNO sehingga informasi hasil pengukuran akan dapat ditampilkan pada komputer. Trainer resistor yang dikembangkan terdiri dari 9 blok percobaan diantaranya yaitu: (1) blok resistor tetap dan resistor variabel, (2) blok NTC termistor, PTC termistor, VDR (*voltage dependent resistor*), dan LDR (*light dependent resistor*), (3) blok rangkaian resistor seri, (4) blok rangkaian resistor paralel, (5) blok rangkaian resistor seri-paralel, (6) blok jembatan *wheatstone*, (7) blok metode *mesh* dan metode *loop*, (8) blok reduksi rangkaian (segitiga-bintang), (9) blok metode superposisi, teorema *thevenin*, dan teorema *norton*. Berikut merupakan spesifikasi trainer resistor yang dikembangkan:

1. Dimensi : Panjang = 44,6 cm, lebar = 24,4 cm, tinggi = 40 cm
2. Bahan : PCB FR4 dan akrilik

3. Sumber daya : 220 VAC
4. *Power Supply* : Modul DC to DC (1,24 VDC – 23,11 VDC)
5. MCU : Arduino UNO
6. *Voltmeter* : 0 VDC s/d 25 VDC
7. *Amperemeter* : -5 mADC s/d 35 mADC
8. *Breadboard* : *Breadboard* MB-102
9. *Software* : *Virtual monitoring trainer* (minimal beroperasi pada *Win7*)
10. Modul Trainer : Panduan trainer, materi pelajaran, panduan praktikum, dan evaluasi
11. CD trainer : Modul trainer (*softcopy*), *virtual monitoring trainer* (*software*), dan *driver* Arduino UNO

G. Manfaat Penelitian

Berikut merupakan beberapa manfaat yang diharapkan dari penelitian:

1. Manfaat Teoritis

- a. Hasil penelitian ini dapat mendukung media pembelajaran siswa Paket Keahlian Teknik Audio Video dalam memahami konsep dan unjuk kerja resistor dalam rangkaian arus searah.
- b. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan referensi tambahan bagi penelitian selanjutnya yang relevan.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi guru mata pelajaran Teknik Listrik, hasil penelitian berupa trainer resistor dalam rangkaian arus searah dapat membantu dalam menyampaikan materi pembelajaran.

- b. Bagi peserta didik, hasil penelitian berupa trainer resistor dapat menjadi motivasi siswa dalam mempelajari konsep resistor dalam rangkaian arus searah pada mata pelajaran Teknik Listrik.
- c. Bagi peneliti, mendapat pengetahuan bagaimana langkah mengembangkan trainer resistor dalam rangkaian arus searah pada mata pelajaran Teknik Listrik.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Media Pembelajaran

a. Pengertian media pembelajaran

Kata *media* berasal dari bahasa latin dan merupakan bentuk jamak dari kata *medium* yang secara harfiah berarti perantara atau pengantar. Menurut Sadiman, dkk (2003: 6), media merupakan segala sesuatu yang digunakan untuk menyampaikan pesan dari pengirim ke penerima untuk merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan minat, serta perhatian siswa sehingga terjadi proses belajar. Fajaryati dkk (2016: 192), menyimpulkan bahwa media merupakan alat untuk menyederhanakan proses pengiriman suatu informasi yang berisikan materi. Sedangkan menurut Arsyad (2011: 4), menyimpulkan media adalah alat yang menyampaikan pesan-pesan pembelajaran.

Menurut Gagne dan Briggs (1975) dalam Arsyad (2011: 4), secara implisit menyatakan bahwa media pembelajaran merupakan alat yang secara fisik digunakan untuk menyampaikan isi materi pengajaran, diantaranya buku, tape recorder, kaset, video kamera, video recorder, film, gambar bingkai, foto, gambar, grafik, televisi, dan komputer. Sedangkan menurut Sadiman, dkk (2003: 6), menyimpulkan bahwa media pendidikan merupakan segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan dari pengirim ke penerima sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan minat serta perhatian siswa sehingga terjadinya proses belajar.

Berdasarkan beberapa uraian di atas dapat disimpulkan bahwa media pendidikan merupakan segala sesuatu yang secara fisik atau permodelan digunakan untuk menyampaikan materi pembelajaran sehingga dapat merangsang siswa untuk memertinggi proses belajar yang pada ujungnya diharapkan dapat mempertinggi hasil belajar siswa.

b. Manfaat media pembelajaran

Sadiman, dkk (2003: 16-17) mengemukakan kegunaan-kegunaan media pendidikan dalam proses belajar mengajar sebagai berikut:

1. Pesan yang disajikan menjadi lebih jelas sehingga tidak terlalu bersifat verbalistik.
2. Mengatasi keterbatasan ruang, waktu, dan daya indera, seperti misalnya:
 - a. Gambar atau model dapat menggantikan objek yang terlalu besar.
 - b. Proyektor mikro atau gambar dapat membantu untuk menyajikan objek yang terlalu kecil.
 - c. *Timelapse* dapat membantu gerak yang terlalu lambat atau cepat.
 - d. Rekaman film atau video dapat menampilkan peristiwa masa lalu.
 - e. Blok diagram bisa menyajikan objek yang terlalu kompleks.
 - f. Film atau gambar dapat memvisualkan konsep yang terlalu luas.
3. Media yang bervariasi dapat mengatasi sikap pasif anak didik, dalam hal ini berguna untuk:
 - a. Timbul gairah dalam belajar.
 - b. Peserta didik dapat berinteraksi secara langsung terhadap lingkungan nyata.
 - c. Peserta didik dapat belajar sendiri menurut kemampuan dan minatnya.

4. Kurikulum dan materi pelajaran yang sama untuk setiap siswa, sedangkan sifat, lingkungan, dan pengalaman siswa yang berbeda. Masalah ini dapat diatasi dengan media pendidikan agar dapat:
 - a. Memberikan perangsang yang sama.
 - b. Mempersamakan pengalaman.
 - c. Menimbulkan persepsi yang sama.

Arsyad (2014:26-27) mengungkapkan beberapa manfaat praktis dari penggunaan media pembelajaran di dalam proses belajar mengajar yakni sebagai berikut:

1. Media pembelajaran dapat meningkatkan kualitas belajar siswa karena diperjelas dengan penyajian pesan dan informasi.
2. Media pembelajaran dapat menumbuhkan motivasi belajar siswa, interaksi langsung dengan lingkungan, dan memungkinkan siswa untuk belajar sesuai dengan kemampuannya.
3. Keterbatasan indera, ruang, dan waktu dapat diatasi media pembelajaran.
4. Siswa mendapatkan kesamaan pengalaman tentang peristiwa-peristiwa di lingkungan mereka

Sudjana dan Rivai (1991: 2) mengemukakan manfaat media pengajaran dalam proses belajar siswa antara lain:

1. Siswa akan lebih tertarik terhadap pengajaran sehingga dapat memunculkan motivasi belajar.
2. Makna bahan pengajaran menjadi lebih jelas sehingga mudah dipahami oleh siswa dan memungkinkan siswa menguasai tujuan pengajaran lebih baik.

3. Variasi dalam metode pengajaran menjadi lebih jelas, tidak hanya komunikasi verbal melalui kata-kata guru.
4. Kegiatan belajar lebih banyak dilakukan oleh siswa, karena tidak hanya mendengarkan guru, tetapi juga melakukan pengamatan dan pendemonstrasikan.

Berdasarkan beberapa uraian di atas dapat disimpulkan bahwa manfaat media pembelajaran memperjelas penyampaian pesan materi pembelajaran sehingga dapat meningkatkan perhatian dan interaksi siswa serta dapat menyamakan persepsi siswa. Disamping itu manfaat media pembelajaran dapat mempermudah guru dalam menyampaikan materi pembelajaran, namun seberapa besar pun manfaat media pembelajaran tidak akan bisa menggantikan guru sepenuhnya.

c. Pemilihan media pembelajaran

Terdapat faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam kriteria kesesuaian media pembelajaran yakni tujuan instruksional yang ingin dicapai, karakteristik siswa, jenis rangsangan belajar berupa audio, visual, atau gerak, lingkungan, kondisi setempat, dan jangkauan media yg ingin dilayani (Sadiman dkk, 2003: 82).

Sadiman, dkk (2003: 82-83) mengemukakan pertanyaan praktis yang dapat diajukan dalam pemilihan media pembelajaran jadi adalah:

1. Apakah media yang bersangkutan memiliki sumber informasi dan katalog?
2. Apakah media pembelajaran relevan dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai?

3. Apakah perlu dibentuk tim yang terdiri dari calon pemakai untuk mereviu media yang bersangkutan?
4. Apakah sudah divalidasi media pembelajaran yang ada dipasaran?
5. Apakah media pembelajaran boleh direviu terlebih dahulu?
6. Apakah ada format reviu yang sudah dibakukan?

Sudjana dan Rivai (1991: 4-5) beberapa kriteria yang harus diperhatikan dalam memilih media untuk kepentingan pengajaran, yakni sebagai berikut:

1. Ketepatannya dengan tujuan pengajaran, artinya media pengajaran berisikan unsur pemahaman, aplikasi, analisis, dan sintesis yang dimuat dalam tujuan-tujuan instruksional.
2. Dukungan terhadap isi bahan pelajaran, artinya bahan pelajaran yang bersifat fakta, prinsip, konsep, dan generalisasi menjadi lebih mudah dipahami siswa ketika menggunakan media.
3. Kemudahan memperoleh media, artinya media mudah dibuat oleh guru atau mudah untuk diperoleh.
4. Keterampilan guru dalam menggunakannya, artinya apapun jenis medianya guru dapat menggunakannya dalam proses pengajaran. Dampak dari penggunaan oleh guru pada saat proses interaksi belajar siswa dengan lingkungannya merupakan tujuan yang paling utama.
5. Sesuai dengan taraf berpikir siswa, artinya media yang dipilih untuk pendidikan dan pengajaran harus sesuai dengan taraf berpikir siswa, sehingga makna yang terkandung didalamnya mudah dipahami.

Arsyad (2011: 75-76) mengemukakan bahwa konsep media merupakan bagian yang instruksional sehingga diperlukan beberapa kriteria yang patut diperhatikan dalam pemilihan media pembelajaran yakni diantaranya:

1. Tujuan instruksional media mengacu pada ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik.
2. Media dapat mendukung materi pelajaran yang bersifat fakta, konsep, prinsip atau generalisasi yang diselaraskan dengan kebutuhan tugas dan kemampuan mental siswa.
3. Luwes, praktis, dan bertahan diharapkan menuntun guru untuk memilih media yang ada, mudah diperoleh, atau mudah dibuat sendiri.
4. Guru harus terampil dan mampu dalam menggunakan media pada saat proses pembelajaran karena nilai dan kemanfaatan media amat ditentukan oleh guru yang menggunakannya.
5. Dalam pemakaian skala kelompok besar atau kelompok kecil, media harus disesuaikan agar menjadi lebih efektif.

Berdasarkan beberapa uraian di atas dapat disimpulkan bahwa yang terpenting dalam pemilihan media pembelajaran adalah dapat memenuhi kebutuhan dan mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan.

d. Klasifikasi media pembelajaran

Ada beberapa jenis media pembelajaran yang biasanya digunakan dalam proses pembelajaran. Banyaknya jenis media yang ada tidak dilihat dari segi kecanggihan medianya, tetapi yang lebih penting adalah fungsi dan peranannya dalam membantu meningkatkan kualitas pembelajaran. Menurut Sudjana dan

Rivai (1991: 3-4) mengemukakan beberapa jenis media pengajaran yang biasa digunakan diantaranya:

1. Media dua dimensi atau media grafis seperti foto, gambar, bagan atau diagram, grafik, poster, komik, dan kartun.
2. Media tiga dimensi yaitu media dalam bentuk model padat, model susu, model penampang, model kerja, *diorama*, dan *mock up*.
3. Media proyeksi seperti film *strips*, *slide*, film, dan penggunaan OHP.
4. Media pembelajaran menggunakan lingkungan.

Berikut merupakan pengklasifikasian media pembelajaran instruksional yang dibuat oleh Anderson dalam terjemahan Miarso, dkk (1987: 38).

Tabel 1. Klasifikasi Media

Golongan Media	Media Instruksional	Alat Bantu Intruksional
I. Audio	<ul style="list-style-type: none"> – Pita audio – Pirigan audio – Radio 	<ul style="list-style-type: none"> – Telepon – Radio – Konferensi jarak jauh
II. Bahan Cetak	<ul style="list-style-type: none"> – Teks terprogram – Manual – Alat bantu kerja 	<ul style="list-style-type: none"> – Selebaran – Gambar unkap – Papan tulis – Diagram, grafik, peta, dan sebagainya yang digunakan oleh instruktur
III. Audio Cetak	<ul style="list-style-type: none"> – Buku pegangan siswa dan pita atau piringan audio – Blanko, diagram, bahan acuan dan sebagainya digunakan bersama pita atau piringan audio 	<ul style="list-style-type: none"> – Konferensi jarak jauh yang menggunakan bahan-bahan yang dikirimkan lebih dahulu
IV. Visual Proyeksi Diam	<ul style="list-style-type: none"> – Film bingkai dan rangkai 	<ul style="list-style-type: none"> – Film bingkai – Transparansi – Hologram
V. Audio Visual Proyeksi Diam	<ul style="list-style-type: none"> – Film rangkai suara – Film bingkai bersuara 	<ul style="list-style-type: none"> – Konferensi jarak jauh yang menggunakan film bingkai
VI. Visual Gerak	<ul style="list-style-type: none"> – Film gerak tanpa suara 	<ul style="list-style-type: none"> – Film tanpa suara
VII. Audio Visual Gerak	<ul style="list-style-type: none"> – Film gambar gerak 	<ul style="list-style-type: none"> – Telepon bergambar – Video
VIII. Objek Fisik	<ul style="list-style-type: none"> – Benda nyata – Peragaan atau model benda sesungguhnya 	<ul style="list-style-type: none"> – Benda nyata – Peragaan atau benda sesungguhnya
IX. Sumber Manusia dan Lingkungan	-	<ul style="list-style-type: none"> – Situasi permainan – Studi kasus menggunakan anggota kelompok – Partisipasi kelompok dalam mengambil keputusan – Studi wisata
X. Komputer	<ul style="list-style-type: none"> – CAI – CMI – Komputer dan berbagai peragaan 	-

Sumber: Anderson (1987: 38)

Pengklasifikasian jenis media pembelajaran dilihat dari segi perkembangan teknologi oleh Seels dan Glasgow (1990) yang dimuat dalam Arsyad (2011: 33-34), dibagi menjadi dua kategori yaitu:

1. Media tradisinonal:

- a. Visual diam yang diproyeksikan seperti proyeksi *overhead*, proyeksi *opaque*, *filmstrips*, dan *slides*.
- b. Visual yang tidak diproyeksikan adalah seperti poster, gambar, foto, grafik, *charts*, pameran, diagram, dan papan info.
- c. Audio yaitu berupa rekaman piringan, *reel*, pita kaset, dan *cartridge*.
- d. Multimedia yaitu berupa *slide* plus suara (tape) dan *multi image*.
- e. Visual dinamis yang diproyeksikan seperti video, film, dan televisi.
- f. Cetak berupa buku teks, teks terprogram, modul, majalah ilmiah, *workbook*, dan lembaran lepas (*hand-out*).
- g. Permainan (*Games*) berupa teka-teki simulasi dan permainan papan.
- h. Realia atau bentuk nyata berupa model, *specimen* (contoh), dan manipulatif (peta, boneka).

2. Media teknologi mutakhir:

- a. Media berbasis telekomunikasi adalah berupa telekonferen, kuliah jarak jauh.
- b. Media berbasis mikroprosesor yaitu *computer-assisted instruction*, permainan komputer, sistem tutor intelijen, interaktif, *hypermedia*, dan *compact disc* (CD).

Menurut Indarto (2015: 15) menyatakan dari berbagai pengelompokan media pembelajaran yang cocok digunakan untuk mendukung pembelajaran

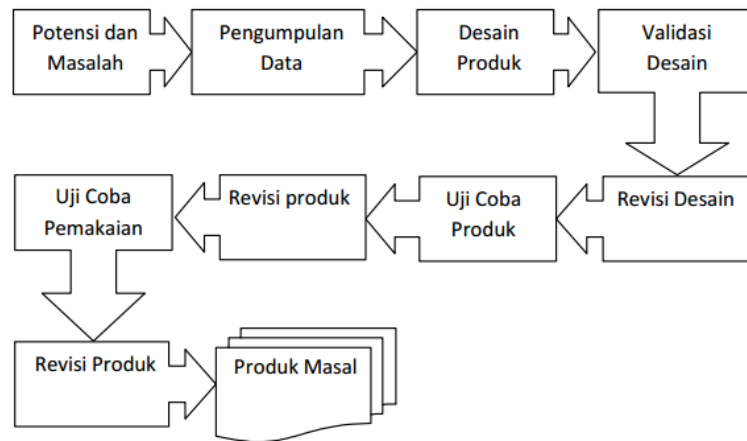
praktikum adalah golongan media obyek fisik berupa trainer dan media cetak berupa modul pembelajaran.

Berdasarkan beberapa uraian media pembelajaran di atas dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran yang sesuai dalam pembelajaran praktikum mata pelajaran teknik listrik pada paket keahlian Teknik Audio Video adalah media obyek fisik, media komputer dan media cetak. Media obyek fisik yang dimaksud berupa trainer resistor dalam rangkaian arus searah, media berbasis komputer adalah berupa multimedia interaktif yakni perangkat lunak *virtual monitoring trainer*, dan media cetak adalah berupa modul trainer.

e. Pengembangan media pembelajaran

Media pembelajaran yang dihasilkan berdasarkan teori pengembangan yang telah ada merupakan serangkaian proses atau kegiatan pengembangan media pembelajaran. Tujuan pengembangan media pembelajaran adalah untuk mengatasi masalah belajar siswa yang disebabkan oleh keterbatasan sumber belajar. Proses penelitian dan pengembangan media pembelajaran dilakukan secara sistematis.

Tahapan penelitian pengembangan berfungsi menjadi pedoman dalam mengembangkan media pembelajaran dan pelatihan yang efektif, dinamis, serta mendukung kinerja proses pendidikan pelatihan itu sendiri. Tahapan ini juga merupakan proses yang berfungsi sebagai penuntun sebuah kerangka kerja yang kompleks, tepat untuk mengembangkan produk pendidikan dan sumber belajar lainnya. Sugiyono (2015: 409) mengemukakan ada 10 langkah-langkah penggunaan metode *research and developement* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Langkah-Langkah Penggunaan Metode *Research dan Development* (Sugiyono, 2015: 409)

Berdasarkan langkah-langkah penggunaan R&D pada Gambar 1 yang terdiri dari sepuluh tahapan, hanya diambil sembilan tahapan dalam mengembangkan media obyek fisik, media berbasis komputer dan media cetak diantaranya yaitu: (1) potensi dan masalah merupakan tahap awal penelitian pengembangan dengan mengidentifikasi berbagai potensi dan masalah yang ada, (2) pengumpulan data merupakan tahap observasi dan wawancara yang digunakan sebagai bahan untuk mendesain produk, (3) desain produk merupakan tahap mendesain trainer resistor yang meliputi desain rangkaian, desain perangkat lunak, desain boks, dan modul trainer, (4) validasi desain merupakan proses untuk mengevaluasi trainer resistor oleh dosen dari Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika UNY, (5) revisi desain merupakan proses memperbaiki desain setelah mengetahui kekurangan dan kelemahan saat proses validasi desain, (6) uji coba produk merupakan proses mengujicobakan produk yang direalisasikan pada kelompok terbatas, (7) revisi produk 1 merupakan proses merevisi produk berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian, (8) uji coba pemakaian merupakan uji coba produk pada kelompok luas setelah dilakukan revisi produk.

(9) revisi produk 2 merupakan revisi produk akhir yang dilakukan setelah melihat kekurangan dan kelemahan saat proses uji coba pemakaian.

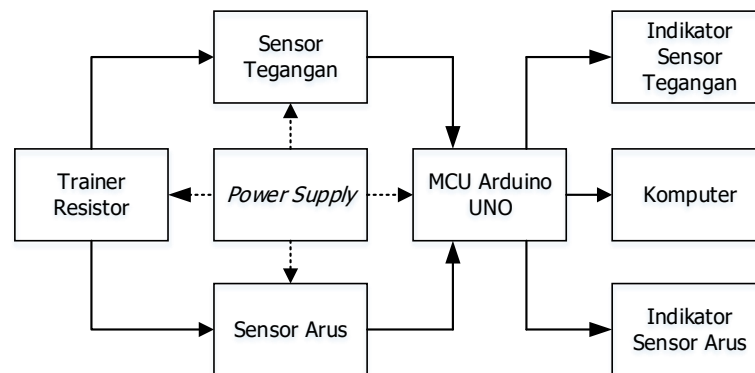
1) Media Obyek Fisik (Trainer)

Media obyek fisik atau benda model yang mirip dengan benda nyatanya dan kondisi kerja yang sebenarnya akan memberikan rangsangan yang amat penting bagi siswa dalam proses pembelajaran. Obyek yang membutuhkan manipulasi peralatan atau simulasi ini diharapkan dapat meningkatkan keterampilan psikomotor siswa karena memanfaatkan semua indera siswa, terutama indera peraba.

Menurut Sudjana dan Rivai (1991: 168), permodelan media obyek fisik berupa *mock ups* merupakan bentuk penyederhanaan susunan pokok dari suatu sistem yang kompleks tanpa menghilangkan aspek-aspek utamanya sehingga proses tersebut mudah dimengerti oleh siswa. Dalam pembelajaran praktikum, *mock ups* yang merupakan media tiga dimensi sering disebut dengan nama trainer.

Yunus (2016: 14) dalam penelitiannya mengatakan penggunaan trainer dalam proses belajar secara aspek kognitif untuk pengenalan kembali dan perbedaan akan rangsangan yang relevan, secara aspek afektif dapat mengembangkan sikap positif terhadap pekerjaan sejak awal latihan, sedangkan secara aspek psikomotorik dapat memberikan latihan atau untuk menguji penampilan dalam menangani alat, perlengkapan dan materi pekerjaan. Trainer merupakan sebuah alat peraga yang mendukung untuk melakukan kegiatan pelatihan pendidikan atau kegiatan pelatihan guna meningkatkan motivasi dan kualitas penggunaannya.

Berdasarkan beberapa uraian di atas dapat disimpulkan bahwa media obyek fisik berupa trainer merupakan sebuah alat peraga dari sistem yang kompleks kemudian disederhanakan ukurannya sesuai dengan fungsi serta kegunaannya agar mudah dimengerti siswa dalam proses pembelajaran. Trainer resistor yang dikembangkan berupa perangkat keras (*hardware*) yang terprogram dengan perangkat lunak (*software*) berupa multimedia interaktif yakni *virtual monitoring trainer*. Adapun blok diagram trainer resistor yang dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Blok Diagram Trainer Resistor

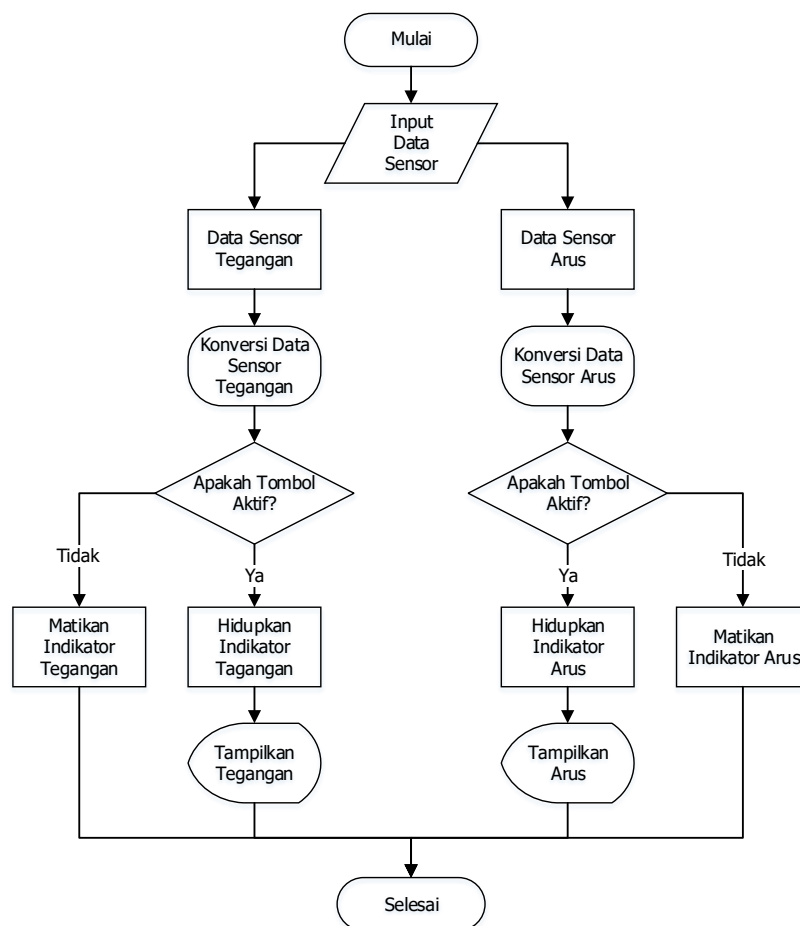
2) Media Berbasis Komputer (*Virtual Monitoring*)

Media berbasis komputer memberikan beberapa kelebihan untuk memproduksi media audio visual yang berisi muatan pembelajaran dengan menggunakan *software* komputer. Menurut Robert Heinich dkk dalam buku Rusman dkk (2012: 97) media berbasis komputer dapat menyampaikan pembelajaran secara individual kepada siswa yang berinteraksi langsung dengan materi pelajaran yang diprogramkan ke dalam sistem komputer.

Komputer tidak hanya digunakan sebagai sarana komputasi dan pengolahan data, tetapi juga sebagai sarana untuk membuat media pembelajaran berbentuk multimedia interaktif. Multimedia interaktif berbasis komputer yang

dikembangkan mendekati model simulasi. Menurut Rusman dkk (2012: 120) menyatakan model simulasi merupakan salah satu strategi pembelajaran yang bertujuan untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret melalui tiruan-tiruan yang mendekati suasana sebenarnya tanpa resiko.

Model simulasi yang dikembangkan pada media pembelajaran bersifat memonitor atau melakukan pengukuran variabel arus dan tegangan pada trainer resistor menggunakan *software* LabVIEW. Media yang dihasilkan oleh *software* LabVIEW adalah berupa *virtual monitoring trainer* yang programnya dibuat sesuai dengan tujuan media pembelajaran. Gambar 3 merupakan diagram alir (*flowchart*) pembuatan program *virtual monitoring trainer* di LabVIEW.



Gambar 3. Diagram Alir Pembuatan Program *Virtual Monitoring Trainer*

3) Media Cetak (Modul Trainer)

Media pembelajaran berbasis cetakan umumnya yang paling dikenal kebanyakan orang yang berarti bahan bacaan berupa buku teks, buku penuntun, majalah, dan jurnal. Sebenarnya bukan hanya itu saja yang digolongkan ke dalam media cetak, misalnya fotokopi, hasil reproduksi sendiri atau modul pembelajaran. Modul berupa media tertulis yang disusun secara sistematis, komprehensif, dan menarik sehingga dapat membimbing siswa untuk belajar mandiri atau kelompok (Martono dan Wargiran, 2016: 185).

Keuntungan menggunakan modul antara lain: (1) meningkatkan motivasi belajar siswa karena setiap tugas memiliki batas yang jelas dan sesuai dengan kompetensi mereka, (2) setelah dievaluasi, guru dan siswa tahu persis bagian mana yang sudah atau belum dikuasai, (3) siswa mencapai hasil berdasarkan pada kompetensi mereka, (4) materi pembelajaran yang dibagi rata dalam satu semester dan (5) pembelajaran lebih berguna karena dibuat berdasarkan kelas akademik (Astuti dkk, 2016: 177). Menurut Winkel (2009:472), modul pembelajaran adalah satuan program belajar mengajar terkecil, yang dipelajari oleh siswa sendiri secara perseorangan atau diajarkan oleh siswa kepada dirinya sendiri (*self-instructional*). Sedangkan menurut Prastowo (2011: 107), menyebutkan bahwa modul merupakan salah satu bentuk bahan ajar yang memiliki fungsi diantaranya sebagai bahan ajar mandiri, pengganti fungsi pendidik, sebagai alat evaluasi, dan sebagai bahan rujukan. Tjipto (1989: 72), mengungkapkan beberapa keuntungan yang diperoleh jika belajar menggunakan modul, antara lain:

1. Tugas yang dibatasi dan sesuai dengan kemampuan dapat mempertinggi motivasi siswa dalam mengerjakannya.
2. Siswa yang berhasil dengan baik dan mana yang kurang berhasil dapat diketahui guru setelah pelajaran selesai.

Berdasarkan beberapa uraian di atas dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran merupakan media cetak sebagai bahan ajar yang didalamnya meliputi materi pembelajaran, metode, dan evaluasi sehingga dapat dipelajari oleh siswa sendiri secara perseorangan. Modul pembelajaran yang dikembangkan berupa modul trainer resistor.

f. Evaluasi media pembelajaran

Evaluasi media pembelajaran bertujuan untuk mengetahui apakah media yang dibuat telah memenuhi tujuan yang telah ditetapkan atau tidak, dengan cara mengujicobakannya ke sasaran. Arsyad (2011 :174-178) menyebutkan tentang tujuan evaluasi media pembelajaran diantaranya sebagai berikut:

1. Menentukan apakah media pembelajaran itu efektif.
2. Menentukan apakah media itu dapat diperbaiki atau ditingkatkan.
3. Menetapkan apakah media itu *cost-effective* dilihat dari hasil belajar siswa.
4. Memilih media pembelajaran yang sesuai untuk dipergunakan dalam proses belajar di dalam kelas.
5. Menentukan apakah isi pelajaran sudah tepat disajikan dengan media itu.
6. Menilai kemampuan guru menggunakan media pembelajaran.
7. Menilai apakah media pembelajaran itu benar-benar memberi sumbangan terhadap hasil belajar seperti yang dinyatakan.
8. Mengetahui sikap siswa terhadap media pembelajaran.

Ada dua macam bentuk pengujian cobaan hasil pengembangan media pembelajaran yaitu evaluasi formatif dan evaluasi sumatif. Dalam pengembangan media pembelajaran dititikberatkan pada kegiatan evaluasi formatif. Evaluasi formatif bertujuan untuk memperbaiki atau meningkatkan media yang bersangkutan dengan proses uji coba kepada sasaran, yang dilakukan secara sistematis untuk memperoleh informasi sehingga dapat dipakai sebagai bahan pertimbangan pengembang. Menurut Sadiman, dkk (2003: 175-179), menyatakan ada tiga tahapan evaluasi formatif yaitu sebagai berikut:

1. Evaluasi satu lawan satu (*one to one*), artinya evaluasi ini dilakukan dengan memilih dua siswa atau dengan tenaga ahli pada bidangnya.
2. Evaluasi kelompok kecil (*small group evaluation*), artinya pada tahap ini media perlu dicobakan kepada 10-20 orang siswa yang dapat mewakili populasi target.
3. Evaluasi lapangan (*field evaluation*), artinya evaluasi lapangan merupakan penilaian tahap akhir media dengan memilih sekitar tiga puluh orang siswa dengan berbagai karakteristik sesuai dengan karakteristik populasi sasaran. Siswa diberikan penjelasan mengenai media pembelajaran, kemudian siswa mempelajari dan mencoba media pembelajaran. Setelah seluruh siswa mencoba, berikan kuisioner penilaian aspek kualitas media pembelajaran.

Evaluasi dalam pengembangan media pembelajaran ini menggunakan evaluasi formatif. Penelitian ini menggunakan evaluasi satu lawan satu dan evaluasi lapangan. Tahap evaluasi satu lawan satu media pembelajaran ini dievaluasikan kepada ahli media dan ahli materi yang terdiri dari dosen dan guru,

sedangkan evaluasi lapangan diujikan ke sejumlah siswa. Hasil evaluasi dari para evaluator menjadi dasar pertimbangan dilakukan perbaikan media pembelajaran.

Dalam melakukan praktik evaluasi dan penilaian dibutuhkan instrumen yang baik, yakni instrumen yang memenuhi syarat-syarat sesuai dengan fungsinya. Menurut Arifin (2014: 69-70) karakteristik instrumen evaluasi yang baik adalah valid, reliabel, relevan, representatif, praktis, deskriminatif, spesifik, dan proporsional yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Valid, artinya instrumen yang digunakan betul-betul mengukur apa yang hendak diukur secara tepat.
2. Reliabel, artinya instrumen yang digunakan handal jika mempunyai hasil yang konsisten pada waktu yang berbeda.
3. Relevan, artinya instrumen yang digunakan harus sesuai dengan standar kompetensi, kompetensi dasar, dan indikator yang telah ditetapkan.
4. Representatif, artinya materi instrumen mewakili seluruh materi yang disampaikan.
5. Praktis, artinya mudah digunakan yang tidak hanya dilihat dari teknik penyusunan instrumen, tetapi juga mudah digunakan oleh orang lain.
6. Deskriminatif, artinya instrumen harus disusun sedemikian rupa sehingga dapat menunjukkan perbedaan-perbedaan sekecil apapun.
7. Spesifik, artinya instrumen yang disusun untuk objek yang dievaluasi.
8. Proporsional, artinya suatu instrumen harus memiliki tingkat kesulitan yang proporsional antara sulit, sedang, dan mudah.

Ketika mengevaluasi kualitas produk harus memperhatikan beberapa kriteria-kriteria yang ada. Menurut Walker dan Hess yang dimuat dalam Arsyad

(2011: 175-176) memberikan kriteria dalam menilai media pembelajaran berdasarkan pada kualitas sebagai berikut:

1. Kualitas materi dan tujuan yang meliputi ketepatan, kepentingan, kelengkapan, keseimbangan, daya tarik, kewajaran, dan kesesuaian dengan situasi siswa.
2. Kualitas pembelajaran yang meliputi memberikan kesempatan belajar, memberikan bantuan untuk belajar, kualitas memotivasi, fleksibilitas instruksional, hubungan dengan program pengajaran lainnya, kualitas tes dan penilaiannya, dapat memberikan dampak bagi guru dan pengajaran.
3. Kualitas teknis yang meliputi keterbacaan, kemudahan menggunakan, kualitas tampilan atau tayangan, kualitas penanganan respon siswa, kualitas pengelolaan program, kualitas mendokumentasikan dan kualitas teknis yang lebih spesifik.

Pada penelitian pengembangan Muttaqin (dalam Arief Wibowo, 2011: 27-29) menyebutkan empat aspek yang dinilai dalam tahap evaluasi media yaitu sebagai berikut:

1. Aspek kualitas materi yang meliputi kesesuaian media pembelajaran dengan silabus, kejelasan kompetensi/tujuan, relevansi dengan kompetensi dasar mata pelajaran teknik kontrol, kelengkapan materi, keruntutan materi, kebenaran materi, kedalaman materi, kelengkapan media, kesesuaian materi dengan media, tingkat kesulitan pemahaman materi, aspek kognitif, aspek afektif, aspek psikomotorik, aesesuaian contoh yang diberikan, kesesuaian latihan yang diberikan, dan konsep serta kosakata sesuai dengan kemampuan intelektual siswa.

2. Aspek tampilan yang meliputi tata letak komponen, kerapian, ketepatan pemilihan komponen, tampilan simulasi, dan daya tarik keseluruhan.
3. Aspek kualitas teknis yang meliputi unjuk kerja, kestabilan kerja, kemudahan dalam penyambungan, kemudahan pengoperasian, tingkat keamanan, dan sistem penyajian.
4. Aspek kemanfaatan yang meliputi mempermudah proses belajar mengajar, memperjelas materi pembelajaran, menumbuhkan motivasi belajar, menambah perhatian siswa, mempermudah guru, mempercepat proses pembelajaran, dan keterkaitan dengan materi yang lain.

Unsur-unsur visual yang perlu dipertimbangkan dalam merancang media meliputi pengaturan tampilan, keseimbangan, warna, keterbacaan, dan menarik (Smaldino, dkk 2011: 78). Sedangkan rubrik seleksi yang sistematis untuk menilai media meliputi sesuai dengan setandar dan tujuan, informasi terbaru dan akurat, bahasa yang sesuai, tingkat ketertarikan dan keterlibatan, kualitas teknis, Mudah digunakan oleh guru maupun siswa, bebas dari gangguan, dan panduan pengguna serta arahan.

Dalam penelitian Santosa (2012: 20-21) menjelaskan kriteria untuk mengevaluasi pembelajaran dapat dilihat dari aspek antara lain:

1. Aspek kualitas isi dan tujuan berkaitan dengan ketepatan media pembelajaran dengan tujuan dan kompetensi dasar yang telah ditetapkan sesuai dengan kurikulum, kebenaran konsep ilmu pengetahuan, kualitas kesempatan belajar dalam mendorong siswa untuk berkreaitivitas, kesesuaian dengan tingkat kemampuan atau daya pikir yang dapat mendorong aktivitas dan kreatifitasnya sehingga membantu mencapai keberhasilan belajar.

2. Aspek kualitas Instruksional artinya media pembelajaran harus mempunyai nilai guna, mengandung manfaat bagi pemahaman materi pembelajaran sehingga dapat mengetahui apakah media pembelajaran tersebut benar-benar memberi sumbangan yang berarti terhadap hasil belajar, mengetahui sikap siswa terhadap media pembelajaran, mengetahui apakah media mampu memotivasi, dan mengenai keterampilan guru dalam menggunakannya sehingga dapat membantu guru dalam menyampaikan materi.
3. Aspek kualitas teknis berkaitan dengan peran media pembelajaran dari sudut pandang tampilan bentuk yang estetik, keserasian dalam ukuran, keterbacaan, kerapian, kualitas alat dari segi unjuk kerja alat, kekuatan, tahan lama, fleksibilitas alat dalam penggunaan, dan tingkat keamanan media. Aspek ini mengukur seberapa media pembelajaran dapat digunakan dengan menyenangkan, tidak membosankan bagi siswa dan dapat menarik perhatian serta minat siswa untuk menggunakannya.

Selain itu Sleeman dan Cobun (Rumempuk, 1988: 19-21) mengemukakan beberapa kriteria umum yang dijadikan patokan dalam mengevaluasi media pembelajaran yakni tujuan instruksional, kualitas visual, program yang terstruktur, kesesuaian dengan kehendak siswa, ketepatan waktu, karakter siswa, dan nilai praktis yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Tujuan instruksional artinya media pembelajaran dapat menunjang tujuan yang telah ditetapkan.
2. Kualitas visual artinya media pembelajaran sedapat mungkin kelihatan jelas, tepat, dan disertai penjelasan sehingga dapat memberikan persepsi dan pengertian yang dimaksud.

3. Program yang terstruktur artinya media pembelajaran diharapkan sejalan dengan program yang telah tersusun.
4. Kesesuaian dengan kehendak siswa artinya media pembelajaran berhasil baik dan efektif yang diterima oleh siswa apabila relevan dengan kehendak mereka.
5. Ketepatan waktu artinya media pembelajaran cocok dengan waktu yang disediakan agar kegiatan belajar dapat berjalan lancar.
6. Karakter siswa artinya media pembelajaran harus disesuaikan dengan karakter siswa supaya dapat dicapai hasil belajar yang optimal.
7. Nilai praktis artinya media pembelajaran mudah dioperasikan, tanpa harus membutuhkan keterampilan khusus.

Berdasarkan pembahasan di atas, beberapa kriteria saja yang diambil untuk mengevaluasi media pembelajaran yang akan dimuat dalam instrumen penelitian yaitu:

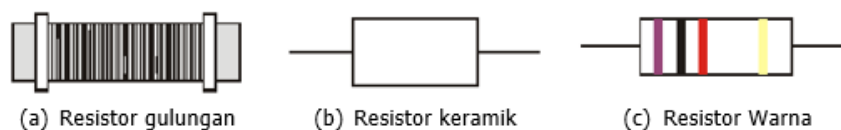
1. Aspek kualitas isi dan tujuan, terdiri dari:
 - a. Kesesuaian dengan silabus (Santosa, 2012: 20-21).
 - b. Mendukung isi materi pembelajaran resistor (Walker & Hess dalam Arsyad, 2011, 175-175).
 - c. Informasi akurat mengenai resistor (Walker & Hess dalam Arsyad, 2011, 175-175).
 - d. Keruntutan materi (Muttaqin dalam Arief Wibowo, 2011:27).
 - e. Kejelasan materi (Muttaqin dalam Arief Wibowo, 2011:27).
 - f. Menumbuhkan minat dan perhatian (Smaldino, dkk 2011: 78).
 - g. Kesesuaian dengan situasi siswa (Walker & Hess dalam Arsyad, 2011, 175-175).

- h. Panduan pengguna dan arahan (Smaldino, dkk 2011: 78).
 - i. Kelengkapan media cetak (modul trainer) (Walker & Hess dalam Arsyad, 2011, 175-175).
2. Aspek kualitas teknis, terdiri dari:
- a. Tata letak komponen (Muttaqin dalam Arief Wibowo, 2011:27).
 - b. Warna (Smaldino, dkk 2011: 78).
 - c. Keterbacaan (Walker & Hess dalam Arsyad, 2011, 175-175).
 - d. Mudah digunakan oleh guru maupun siswa (Muttaqin dalam Arief Wibowo, 2011:27).
 - e. Praktis, fleksibel, dan bertahan (Rumempuk, 1988: 19-21).
 - f. Bebas dari gangguan (Muttaqin dalam Arief Wibowo, 2011:27).
 - g. Tingkat ketertarikan dan keterlibatan (Santosa, 2012: 20-21).
3. Aspek kualitas instruksional, terdiri dari:
- a. Memperjelas penyampaian pesan (Muttaqin dalam Arief Wibowo, 2011:27).
 - b. Memotivasi belajar (Walker & Hess dalam Arsyad, 2011, 175-175).
 - c. Memberikan bantuan untuk belajar (Walker & Hess dalam Arsyad, 2011, 175-175).
 - d. Dapat memberikan sumbangan (Walker & Hess dalam Arsyad, 2011, 175-175).
 - e. Mengatasi keterbatasan (Muttaqin dalam Arief Wibowo, 2011:27).
 - h. Memberi kesamaan pengalaman (Santosa, 2012: 20-21).
 - f. Metode pengajaran bervariasi (Muttaqin dalam Arief Wibowo, 2011:27).

2. Resistor

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam satu rangkaian. Sesuai dengan namanya resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Menurut hukum *Ohm* resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Satuan resistansi dari suatu resistor disebut *Ohm* atau dilambangkan dengan simbol Ω .

Selain resistor jenis kawat gulung, ada juga resistor yang dibuat dari keramik atau dari karbon. Resistor ini kurang tahan terhadap temperatur tinggi sehingga hanya digunakan untuk arus kecil atau elektronika. Jenis resistor berbeda-beda menurut konstruksinya yang tampak pada Gambar 4.



Gambar 4. Jenis Resistor Menurut Konstruksinya

Resistor juga dapat dibagi menurut tahanannya, ada resistor yang dapat diatur tahanannya ada juga yang tidak. Resistor yang bisa diatur tahanannya disebut *variable resistor* atau sering disebut potensiometer. Resistor yang tidak dapat diatur nilai tahanannya disebut *fixed resistor*. Gambar 5 berikut merupakan simbol resistor tetap dan resistor variabel.



Gambar 5. Simbol Resistor Tetap dan Resistor Variabel

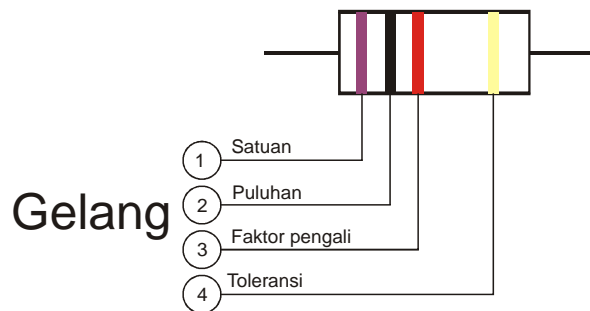
Harga tahanan dari resistor dapat dibaca langsung pada badannya. Akan tetapi, yang paling lazim dipakai adalah pembacaan melalui lukisan gelang-gelang

berwarna (4 buah gelang) yang disebut *kode warna*. Tabel pembacaan gelang-gelang 4 warna dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kode Warna Resistor

Warna	Warna pada gelang			
	1	2	3	4
Hitam	0	0	10^0	-
Cokelat	1	1	10^1	1%
Merah	2	2	10^2	2%
Orange	3	3	10^3	-
Kuning	4	4	10^4	-
Hijau	5	5	10^5	0,5%
Biru	6	6	10^6	0,25%
Ungu	7	7	10^7	0,1%
Abu-abu	8	8	10^8	-
Putih	9	9	10^9	-
Emas	-	-	10^{-1}	5 %
Perak	-	-	10^{-2}	10 %
Tak berwarna	-	-	-	20 %

Sumber: <http://skemaku.com/kode-warna-resistor-dan-cara-membacanya/>



Gambar 6. Pembacaan Kode Warna Resistor

Berdasarkan resistor pada Gambar 6 memiliki empat buah gelang warna yaitu merah-kuning-hijau-emas, sehingga dapat dijabarkan sebagai berikut:

Gelang 1 warna merah = 2

Gelang 2 warna kuning = 4

Gelang 3 warna hijau = 10^5

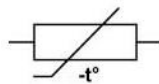
Gelang 4 warna emas = 5 %

Nilai ideal resistor tersebut adalah $24 \times 10^5 \pm (5 \% \times 24 \times 10^5)$. Jadi nilai resistor tersebut berkisar antara 2.280.000 s/d 2.520.000 Ω . Jika gelang resistor berjumlah lima buah, maka ketiga warna pertama menunjukkan nilai resistansinya,

sedangkan warna keempat menunjukkan faktor pengali dan warna kelima menunjukkan toleransinya.

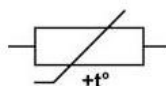
Selain resistor yang disebutkan di atas, terdapat juga resistor yang tidak linier. Resistor jenis ini memiliki nilai tahanan yang dapat berubah-ubah dipengaruhi oleh besaran-besaran fisika, yaitu cahaya, suhu/temperatur sebagai berikut:

1. NTC Thermistor (*Negative Temperature Coefficient*) merupakan resistor yang memiliki sifat peka terhadap perubahan suhu atau temperatur. Pada suhu rendah atau normal, memiliki nilai tahanan yang besar. Sebaliknya pada suhu yang tinggi (panas) nilai tahanannya menjadi turun atau mengecil. Resistor ini banyak digunakan untuk sistem yang berpengaruh pada perubahan temperatur seperti pada refrigerator dan pendingin ruangan. Simbol NTC dapat dilihat pada Gambar 7.



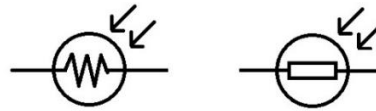
Gambar 7. Simbol NTC

2. PTC Thermistor (*Positive Temperature Coefficient*) adalah kebalikan dari NTC. PTC memiliki nilai tahanan yang kecil pada suhu ruangan normal atau dingin. Sebaliknya pada temperatur udara yang panas nilai tahanannya menjadi naik dan besar. Resistor ini banyak ditemukan pada peralatan yang peka terhadap panas dan beban arus lebih seperti pada belitan motor listrik, generator listrik, transformator. Simbol PTC dapat dilihat pada Gambar 8.



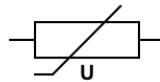
Gambar 8. Simbol PTC

3. LDR (*Light Dependent Resistor*) merupakan komponen yang banyak digunakan pada peralatan sensor cahaya. Nilai tahanan resistor ini akan turun jika cahaya mengenai permukaannya. Simbol LDR dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Simbol LDR

4. VDR (*Voltage Dependent Resistor*) disebut juga sebagai varistor yaitu suatu resistor dengan nilai tahanan yang variabel non-linier tergantung dari nilai tegangan yang diberikan pada VDR tersebut. Nilai resistansi VDR akan tinggi pada saat tegangan yang diberikan pada VDR tersebut berada dibawah tegangan ambang (*threshold*) dan resistansi akan turun dengan cepat pada saat tegangan yang diberikan pada VDR tersebut melebihi nilai ambang. Simbol VDR dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Simbol VDR

3. Mata Pelajaran Teknik Listrik

Mata pelajaran Teknik Listrik merupakan mata pelajaran yang terdapat pada kurikulum 2013 untuk Jurusan Teknik Elektronika di SMK bidang Teknologi dan Rekayasa. Di SMK Negeri 2 Yogyakarta mata pelajaran Teknik Listrik wajib ditempuh oleh peserta didik kelas X (sepuluh) paket keahlian Teknik Audio Video di semester 1 dan 2. Kompetensi dasar yang terdapat pada silabus mata pelajaran teknik listrik yang dikembangkan menjadi trainer resistor dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kompetensi dasar dan indikator mata pelajaran teknik listrik

Kompetesi Dasar	Indikator
3.3. Memahami fungsi rangkaian resistor rangkaian kelistrikan.	3.3.1. Mengenal simbol-simbol satuan listrik menurut standar internasional. 3.3.2. Menjelaskan perubahan nilai hambatan listrik terhadap konstanta bahan, panjang dan luas penampang kawat. 3.3.3. Memahami nilai resistor berdasarkan kode warna menurut standar deret E6, E12, E24, dan deret E96. 3.3.4. Memahami beda potensial dalam aliran arus listrik beban resistor berbeda. 3.3.5. Memahami hubungan antara arus, hambatan dan beda potensial pada rangkaian listrik beban resistor sederhana. 3.3.6. Memahami sifat hubungan seri, paralel dan kombinasi resistor dalam rangkaian listrik.
4.3. Menguji rangkaian resistor rangkaian kelistrikan	4.3.1. Mengimplementasikan simbol-simbol satuan listrik standar internasional 4.3.2. Melakukan eksperimen untuk menyatakan hubungan antara hambatan listrik terhadap pengaruh konstanta bahan, panjang dan luas penampang bahan. 4.3.3. Melakukan pengukuran nilai resistor berdasarkan kode warna standar deret E6, E12, E24 dan deret E96. 4.3.4. Menerapkan pengukuran arus-tegangan dalam rangkaian listrik beban resistor berbeda. 4.3.5. Menggambarkan kurva hubungan arus-tegangan untuk beban resistor berbeda. 4.3.6. Melakukan pengukuran hubungan seri, paralel dan kombinasi resistor rangkaian listrik.
3.4. Menganalisis hukum-hukum kelistrikan dan teori kelistrikan.	3.4.1. Memahami ide dasar ditemukannya hukum-hukum kelistrikan dan teori kelistrikan. 3.4.2. Menganalisa hasil eksperimen hukum Kirchhoff tegangan. 3.4.3. Menganalisa hasil eksperimen hukum Kirchhoff arus. 3.4.4. Menganalisa hasil eksperimen teori Thevenin dalam rangkaian listrik sederhana. 3.4.5. Menganalisa hasil eksperimen teori Norton dalam rangkaian listrik sederhana. 3.4.6. Menganalisa hasil eksperimen teori Superposisi dalam rangkaian listrik sederhana
4.4. Menguji hukum-hukum kemagnetan pada rangkaian kelistrikan	4.4.1. Melakukan eksperimen hukum Ohm pada rangkaian listrik. 4.4.2. Melakukan eksperimen hukum Kirchhoff tegangan. 4.4.3. Melakukan eksperimen hukum Kirchhoff arus. 4.4.4. Melakukan eksperimen teori Thevenin dalam rangkaian listrik sederhana. 4.4.5. Melakukan eksperimen teori Norton dalam rangkaian listrik sederhana. 4.4.6. Melakukan eksperimen teori Superposisi dalam rangkaian listrik sederhana.

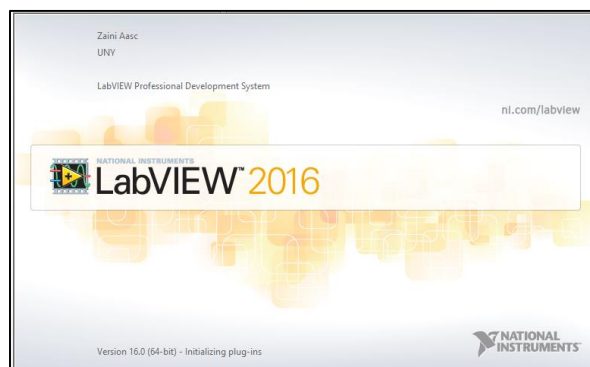
Sumber: Silabus Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta

Berdasarkan analisis kebutuhan Tabel 3, dikembangkan trainer resistor dalam rangkaian arus searah kedalam 9 blok percobaan diantaranya yaitu resistor

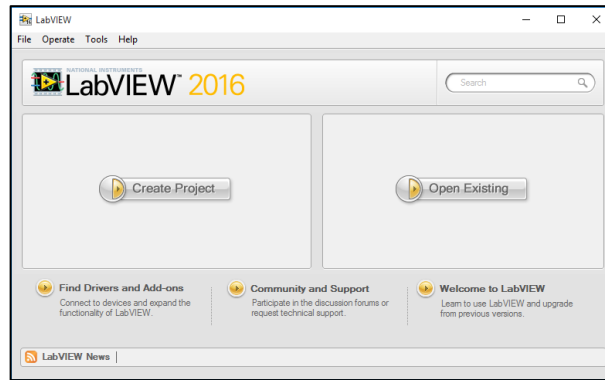
tetap, resistor variabel, NTC termistor, PTC termistor, LDR (*light dependent resistor*), VDR (*voltage dependent resistor*), rangkaian resistor seri, rangkaian resistor paralel, rangkaian resistor seri-paralel, jembatan *wheatstone*, metode *mesh*, metode *loop*, rangkaian reduksi (segitiga-bintang), metode superposisi, teorema *thevenin*, dan teorema *norton*.

4. LabVIEW

LabVIEW (*Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench*) merupakan sebuah *software* pemrograman yang diproduksi oleh National Instruments dengan konsep yang berbeda. LabVIEW adalah *graphical programming environment* yang digunakan oleh ribuan insinyur dan ilmuwan untuk mengembangkan sistem kontrol canggih yang menggunakan pemrograman diagram blok dan kabel yang menyerupai diagram alur grafis, bukan baris teks seperti pada pemrograman lain seperti bahasa assembly, C, C++, pascal, dan lain sebagainya. LabVIEW menawarkan integrasi dengan ribuan perangkat keras dan menyediakan ratusan *built-in* perpustakaan untuk kontrol, monitor, analisis, dan data visualisasi untuk menciptakan sistem cepat yang sesuai dengan kebutuhan. Tampilan *software* LabVIEW 2016 dapat dilihat pada Gambar 11 dan Gambar 12.



Gambar 11. Tampilan Awal *Software* LabVIEW 2016



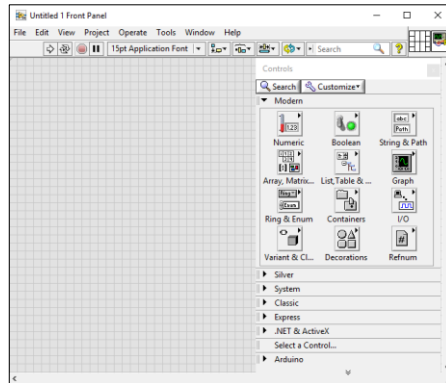
Gambar 12. Tampilan Utama *Software* LabVIEW 2016

a. ***User Interface* LabVIEW**

Program LabVIEW dikenal dengan sebutan Vi atau *Virtual instruments* karena penampilan dan operasinya dapat meniru sebuah instrument. Pada labVIEW, *user* pertama-tama membuat *user interface* atau *front panel* dengan menggunakan *control* dan indikator, yang dimaksud dengan kontrol adalah *knobs*, *push buttons*, *dials* dan peralatan input lainnya sedangkan yang dimaksud dengan indikator adalah *graphs*, *LEDs* dan peralatan *display* lainnya. Setelah menyusun *user interface*, lalu *user* menyusun blok diagram yang berisi kode-kode VIs untuk mengontrol *front panel*.

1) ***Front Panel***

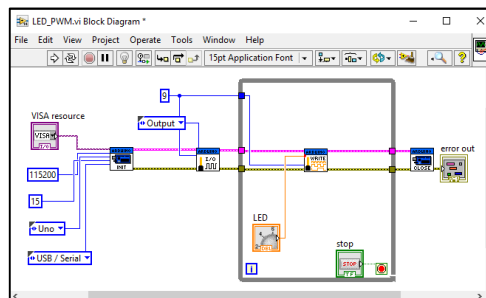
Front panel merupakan bagian *window* yang berlatar belakang abu-abu serta mengandung *control* dan indikator yang berfungsi sebagai penghubung antara pengguna dengan aplikasi. *Front panel* digunakan untuk membangun sebuah VI, menjalankan program dan *debug* program. Tampilan dari *front panel* dapat di lihat pada Gambar 13.



Gambar 13. *Front Panel*

2) Blok Diagram

Blok diagram dari Vi merupakan bagian *window* yang berlatar belakang putih berisi *source code* berupa simbol-simbol yang dibuat dan berfungsi sebagai instruksi untuk *front panel*. Tampilan dari blok diagram dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Blok Diagram

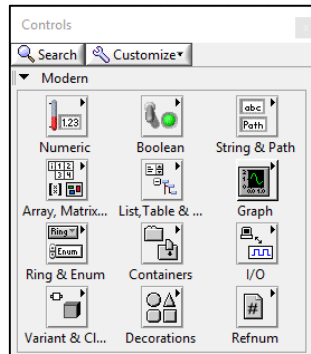
3) *Control dan Functions Palette*

Control dan functions palette digunakan untuk membangun sebuah visual instrument, yaitu sebagai berikut:

1. *Control Palette*

Control Palette merupakan tempat beberapa *control* dan indikator pada *front panel* yang tersedia beberapa menu seperti *boolean*, *numeric*, *graph*, *array*, *cluster*, *IO*, *string* dan *path*. *Control palette* hanya tersedia di *front panel*,

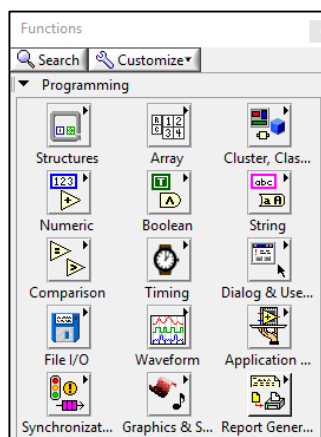
untuk menampilkan *control palette* dapat dilakukan dengan mengklik *windows* pilih *show control palette* atau klik kanan pada *front panel*. Contoh *control palette* ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15. *Control Palette*

2. *Funtions Palette*

Functions palette digunakan untuk membangun sebuah blok diagram yang berisi fungsi-fungsi untuk memanipulasi input, contohnya fungsi *array*, matematika, fungsi IO dan sebagainya. *Functions palette* hanya tersedia pada blok diagram, untuk menampilkannya dapat dilakukan dengan mengklik *windows* pilih *show control palette* atau klik kanan pada lembar kerja blok diagram. Contoh dari *functions palette* ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16. *Functions Palette*

b. Kelebihan LabVIEW

LabVIEW banyak digunakan karena memiliki kelebihan. Beberapa kelebihan LabVIEW antara lain:

1. Pembuatan program di LabVIEW jelas dan mudah dipahami, karena berbentuk grafis, dengan instruksi berbentuk ikon-ikon, yang dihubungkan dengan garis untuk menunjukkan aliran data, mirip *flowchart*.
2. Pembuatan program yang mudah, yaitu hanya dengan menarik keluar ikon instruksi yang sudah tersedia di *pallette* (kotak instruksi), dan menghubungkannya dengan garis ke ikon lain. Garis ini sama seperti variabel pada bahasa pemrograman teks. Dengan cara ini, LabVIEW menyederhanakan pembuatan program, karena garis tersebut hanya akan terhubung apabila tipe datanya sesuai sehingga menghilangkan kebutuhan manajemen memori dan deklarasi tipe data setiap variabel seperti dalam bahasa pemrograman teks. Juga tidak perlu mengingat nama instruksi, karena semua ditampilkan pada *pallette*.
3. Mempersingkat waktu pembuatan program karena mudah dipahami dan mudah dibuat.
4. LabVIEW didesain sebagai sebuah bahasa program paralel (*multicore*) yang mampu menangani beberapa instruksi sekaligus dalam waktu bersamaan. Hal ini sangat sulit dilakukan dalam bahasa program teks, karena biasanya bahasa program teks mengeksekusi instruksinya secara berurutan per baris, satu demi satu. Dengan LabVIEW, pengguna dapat membuat aplikasi eksekusi paralel ini secara mudah dengan menempatkan beberapa struktur *loop* secara terpisah dalam blok diagram.

5. Sifat modular LabVIEW memungkinkan pengguna untuk membuat program yang kompleks dan rumit menjadi sederhana, yaitu dengan cara membuat subprogram, atau di LabVIEW disebut subVI. Ikon-ikon dalam LabVIEW sebenarnya merupakan subVI. Beberapa subVI dapat digabungkan menjadi sebuah subVI. subVI-subVI gabungan tersebut dapat digabungkan lagi menjadi sebuah subVI lain, demikian seterusnya dengan tingkat hirerarki yang tidak terbatas.

c. LabVIEW-Arduino *Interface*

Perangkat keras LabVIEW adalah produk dari National Instrument untuk mendukung keperluan *input-output*. Perangkat keras yang populer digunakan adalah DAQ (*Data Acquisition*) card PCI 6221. *DAQ card* merupakan perangkat keras yang berfungsi mengatur *input-output* modul LabVIEW dengan komputer.

LabVIEW juga dapat dikombinasikan dengan perangkat keras lainnya seperti mikrokontroler arduino UNO. Disamping itu interaksi arduino dengan labview akan mempermudah pemograman. Pemograman yang dilakukan hanya pada satu sisi saja apabila menggunakan serial firmata.

LabVIEW maupun arduino masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan, yang mana bila digabungkan kelebihan keduanya akan saling menambahkan, sebaliknya kekurangan keduanya akan saling meniadakan. Dengan melakukan interaksi arduino dengan labVIEW akan dapat dihasilkan sebuah perpaduan yang sangat menguntungkan, dimana dari sisi *hardware* harga arduino sangat murah, sedangkan dari sisi *software* dengan labview akan dihasilkan aplikasi yang tak terbatas dalam berbagai bidang, termasuk bidang

otomotif, biomedis, komunikasi, instrumentasi energi, kontrol, akustik, mekatronika, vision dan masih banyak lagi.

Interaksi arduino dengan labVIEW melalui komunikasi serial diantara keduanya. Interaksi ini tidak menggunakan komunikasi paralel karena kebanyakan komputer ataupun laptop saat ini sudah tidak menyediakan port paralel, hanya port USB (Universal Serial Bus) saja. Disamping itu, alasan yang lain adalah hampir semua mikrokontroler saat ini telah dilengkapi fungsi *built-in* serial UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*). UART adalah bagian perangkat keras komputer yang menerjemahkan antara bit-bit paralel data dan bit-bit serial.

Mikrokontroler arduino sudah dilengkapi USB serial di dalam rangkaiannya sehingga membuat komunikasi serial antara arduino dengan komputer melalui port USB lebih mudah. Ada dua komunikasi yang bisa diterapkan, yaitu komunikasi serial biasa dan komunikasi serial firmata.

1) Komunikasi Serial Biasa

Komunikasi serial biasa yaitu komunikasi yang harus memprogram dari kedua sisi yaitu dari sisi arduino dan sisi labview. Kecepatan komunikasi (*baud rate*) dari sisi arduino maupun labview haruslah sama yaitu sebesar 9.600 bps (*bit per second*).

2) Komunikasi Serial Firmata

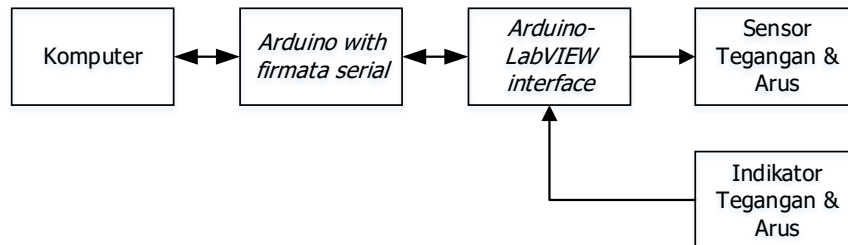
Komunikasi serial firmata adalah sebuah protokol yang ditulis pada mikrokontroler, salah satunya adalah mikrokontroler arduino. Firmata ini ditulis untuk memudahkan komunikasi arduino dengan perangkat lunak yang lain termasuk labview. Firmata ini dapat memudahkan dalam membuat program

karena tidak lagi dilakukan di kedua sisi, tetapi hanya di satu sisi yaitu sisi perangkat lunak komputer saja (labVIEW). Firmata memiliki keuntungan diantaranya adalah:

1. Kecepatan komunikasi yang bisa mencapai 115.200 bps, lebih cepat dibandingkan dengan kecepatan *default* komunikasi serial yang hanya 9.600 bps.
2. Firmata ini membuat arduino seperti layaknya sebuah DAQ *card*, dimana semua kaki I/O (*input-output*) arduino telah difungsikan secara tetap, sehingga hanya tinggal memasukkannya pada program di perangkat lunak komputer. Dengan cara seperti ini, setiap kali program dimodifikasi, atau butuh penambahan kaki IO, tidak perlu lagi memprogram arduino, tetapi cukup memprogram di sisi komputer saja.
3. Untuk aplikasi komunikasi serial yang membutuhkan penggunaan kaki I/O arduino yang cukup banyak, baik difungsikan sebagai masukan maupun keluaran, digital maupun analog, atau yang membutuhkan penambahan fungsi-fungsi komunikasi yang lebih rumit, maka penggunaan firmata lebih menguntungkan, karena semuanya sudah tersedia fungsinya, hanya tinggal mengaktifkannya. Sebaliknya bila tanpa firmata maka akan berurusan dengan penulisan kode program yang panjang.

Kerugian firmata yaitu kaki I/O arduino tidak lagi fleksibel, karena telah difungsikan secara tetap, sehingga untuk aplikasi-aplikasi khusus atau untuk fungsi fungsi yang belum tersedia, seperti pembacaan sensor ultrasonik, dimana membutuhkan pembacaan pulsa yang sangat cepat, akan sulit dilakukan.

Gambar 17 adalah blok diagram untuk membaca tegangan dan arus resistor sekaligus mengontrol indikator tegangan dan arus dengan labview-arduino interface.

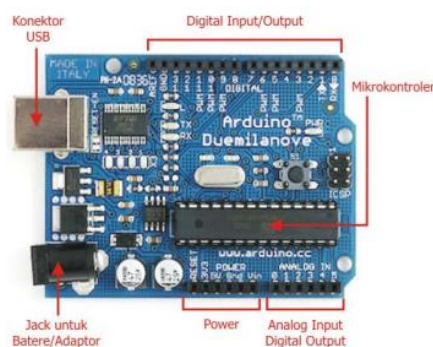


Gambar 17. Diagram Pembacaan dan Indikator Tegangan dan Arus

5. Mikrokontroler Arduino UNO

Mikrokontroler merupakan sebuah sistem mikroprosesor dalam sebuah *chip* (berukuran kecil) yang sudah terdapat CPU, ROM, RAM, I/O, pendetak, dan peralatan internal yang saling terhubung. Seperti halnya komputer, mikrokontroler juga mengerjakan instruksi-instruksi yang diberikan kepadanya.

Sedangkan mikrokontroler arduino UNO adalah sebuah papan elektronik yang terdapat mikrokontroler berbasis ATmega328 yang memiliki 14 pin digital input/output (6 pin diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, *clock speed* 16MHz, koneksi USB, dan tegangan operasi dari 7-12V.



Gambar 18. Bentuk Fisik *Board* Arduino UNO

Arduino UNO yang tampak pada Gambar 18 memiliki kelebihan tersendiri dibanding *board* mikrokontroler lain. Selain bersifat *open source* arduino juga mempunyai bahasa pemrogramannya sendiri yang berupa bahasa C yang sudah disederhanakan *syntax* bahasa pemrogramannya. Selain itu dalam *board* arduino sudah terdapat *loader* yang berupa USB sehingga memudahkan dalam memprogram mikrokontroler. Port USB tersebut selain untuk *loader* ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai port komunikasi serial. Spesifikasi arduino UNO dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Spesifikasi Teknik Arduino UNO

Mikrokontroler	Atmega328P
Tegangan Kerja	5V
Tegangan Input (rekomendasi)	7-12V
Tegangan Input (batas)	6-20V
Pin I/O Digital	14 (<i>of which 6 provide PWM output</i>)
Pin I/O PWM	6
Pin Input Analog	6
Arus Pin I/O	20mA
Arus Pin 3.3V	50mA
Flash Memory	32 KB (Atmega328P) <i>of which 0.5KB used by bootloader</i>
SRAM	2 KB (Atmega328P)
EEPROM	1 KB (Atmega328P)
Clock Speed	16 MHz
LED <i>Built-in</i>	13
Panjang	68.6 mm
Lebar	53.4 mm
Berat	25 g

Sumber: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>.

a. Komponen-Komponen Mikrokontroler Arduino UNO

1) *Power Supply*

Arduino dapat disuplai tegangan melalui koneksi USB atau *power supply* yang dipilih secara otomatis. *Power supply* dapat menggunakan adaptor DC atau baterai. Rekomendasi tegangan sumber untuk arduino kisaran pada 7 sampai 12 volt. Penjelasan pin power adalah sebagai berikut:

1. Vin, merupakan pin tegangan input *board* arduino ketika menggunakan sumber tegangan dari luar. Pengguna dapat memberikan tegangan melalui pin Vin, atau melalui *power jack*.
2. 5V, merupakan pin output 5V yang distabilkan melalui *regulator* yang terpasang pada *board* arduino.
3. 3V3, merupakan suplai tegangan 3,3 volt yang didapat dari FTDI *chip* yang ada di *board* dengan arus maksimalnya adalah 50mA.
4. Pin *ground* berfungsi sebagai jalur *ground* pada arduino.

2) Mikrokontroler Atmega328

Arduino UNO menggunakan mikrokontroler keluarga atmel Atmega328. Atmega328 adalah mikrokontroller keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*). Mikrokontroller ini memiliki beberapa fitur antara lain sebagai berikut:

1. 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock*.
2. 32 x 8 bit register serba guna.
3. Kecepatan mencapai 16 MIPS dengan *clock* 16 MHz.
4. 32 KB *Flash memory* dan pada arduino memiliki *bootloader* yang menggunakan 2 KB dari *flash memory* sebagai *bootloader*.
5. Memiliki EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun *power supply* dimatikan.
6. Memiliki SRAM (*Static Random Access Memory*) sebesar 2KB.

7. Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya PWM (*Pulse Width Modulation*) output.
8. *Master/Slave* SPI serial *interface*.

3) Input-Output Arduino UNO

Semua pin digital pada arduino dapat digunakan sebagai input atau output menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()*. Input/output dioperasikan pada 5 volt. Setiap pin dapat menghasilkan atau menerima maksimal 40 mA dan memiliki *internal pull-up* resistor (*disconnected by default*) 20-50 KOhm. Beberapa pin memiliki fungsi sebagai berikut:

1. Serial : 0 (RX) dan 1 (TX) digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) data serial.
2. Interrupt eksternal : 2 dan 3 merupakan pin yang dapat dikonfigurasi untuk *trigger* sebuah *interrupt* pada *low value*, *rising* atau *falling edge*, dan perubahan nilai.
3. PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11 merupakan pin yang didukung 8 bit output PWM dengan fungsi *analogWrite()*.
4. SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK) adalah pin yang digunakan untuk komunikasi SPI (*Serial Peripheral Interface*).
5. LED: 13 adalah pin yang terkoneksi dengan LED ke digital pin 13. Ketika pin bernilai *HIGH* maka LED hidup, ketika pin *LOW* maka LED mati.

4) Komunikasi Arduino UNO

Arduino UNO memiliki fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATmega328 menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah

ATmega16U2 pada saluran *board* komunikasi serial melalui USB sebagai *com port virtual* untuk perangkat lunak pada komputer. *Firmware* 16U2 menggunakan USB *driver* standar COM dan tidak ada *driver* eksternal yang dibutuhkan. LED RX dan TX di *board* akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui *chip* USB ke serial dan koneksi USB ke komputer. ATmega328 juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI.

5) Pemrograman Arduino UNO

Arduino menggunakan *software processing* yang digunakan untuk menulis program kedalam arduino. *Processing* sendiri merupakan penggabungan antara bahasa C++ dan Java. *Software* arduino ini dapat diinstal di berbagai *operating system* (OS) seperti LINUX, Mac OS, Windows. *Software* IDE arduino terdiri dari 3 bagian:

1. *Editor program* digunakan untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*. *Listing program* pada arduino disebut *sketch*.
2. *Compiler* merupakan modul yang berfungsi mengubah bahasa *processing* (kode program) ke dalam kode biner karena kode biner adalah satu-satunya bahasa program yang dipahami oleh mikrokontroler.
3. *Uploader* merupakan modul yang berfungsi memasukkan kode biner kedalam mikrokontroler. Struktur perintah pada arduino secara garis besar terdiri dari dua bagian yaitu *void setup* dan *void loop*. *Void setup* berisi perintah yang akan dieksekusi hanya satu kali sejak arduino dihidupkan sedangkan *void loop* berisi perintah yang akan dieksekusi berulang-ulang selama arduino dinyalakan. Gambar 19 merupakan tampilan utama *software* arduino.

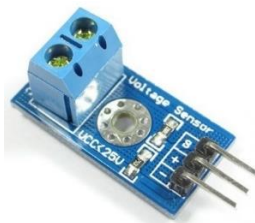


Gambar 19. Tampilan Halaman Utama *Software* Arduino

b. Sensor Pendukung Mikrokontroler Arduino UNO

1) Sensor Tegangan

Sensor tegangan merupakan pembagi tegangan yang merubah level tegangan tinggi ke level tegangan rendah sebesar 5V. Tegangan keluaran maksimal 5V ini bertujuan untuk menyesuaikan masukan ke *analog input* mikrokontroler arduino UNO. Gambar 20 merupakan bentuk fisik modul sensor tegangan yang merubah level tegangan 25V menjadi 5V.



Gambar 20. Sensor Tegangan

2) Sensor Arus

Sensor arus merupakan modul sensor untuk mendeteksi besar arus yang mengalir lewat blok terminal menggunakan *current sensor chip* ACS712-5 yang memanfaatkan efek Hall. Untuk mendekati pembacaan yang presisi harus digunakan sensor arus yang mendekati dengan maksimal arus yang mengalir dalam rangkaian listrik. Gambar 21 merupakan bentuk fisik modul sensor arus 5A.



Gambar 21. Sensor Arus ACS712-5Amper

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Terdapat beberapa penelitian yang relevan sesuai dengan trainer untuk mengembangkan desain dan konsep penelitian antara lain sebagai berikut:

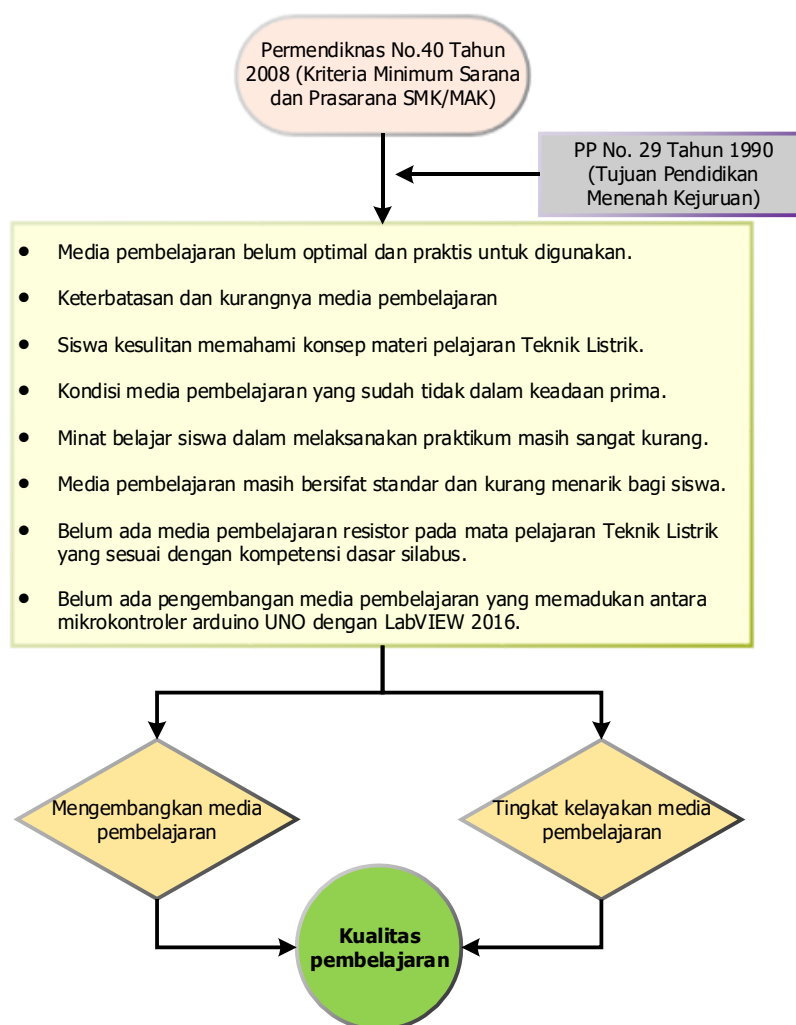
1. Penelitian yang dilakukan oleh Alwan Salim Junaedi (2014) dengan judul "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran Teknik Listrik di SMK Negeri 2 Yogyakarta". Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui realisasi pengembangan media pembelajaran interaktif dan tingkat kelayakannya dengan pokok bahasan materi hukum *ohm*, hukum *kirchoff*, rangkaian resistor seri dan paralel. Penelitian ini merupakan jenis penelitian *Research and Development* dengan pengembangan menggunakan software Adobe Flash CS6. Tingkat kelayakan media pembelajaran interaktif diperoleh dari validator ahli materi sebesar 4,46 pada kategori sangat layak, ahli media sebesar 4,44 pada kategori sangat layak, uji coba produk sebesar 4,03 pada kategori layak, dan uji coba pemakaian sebesar 4,24 pada kategori sangat layak. Pada penelitian kali ini penulis bermaksud mengembangkan media pembelajaran berupa trainer resistor dalam rangkaian arus searah.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Roni Imaduddin (2016) dengan judul "Media Pembelajaran Buku Interaktif Pengenalan Resistor Untuk Mata Pelajaran Teknik Listrik Di SMK Muda Patria Kalasan". Penelitian ini bertujuan untuk

mengetahui desain, unjuk kerja, serta tingkat kelayakan media. Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development* yang terdiri dari bagian sampul buku, halaman pertama berisikan pengertian resistor secara umum, halaman kedua berisi pengertian resistor secara teori dan pengenalan fungsinya, halaman ketiga berisi tentang macam resistor dan bahan pembuatnya, halaman keempat berisi tentang nilai resistansi resistor dan pembacaan gelang warna dan halaman kelima berisi rangkaian resistor secara seri dan paralel. Hasil validasi isi oleh ahli materi pembelajaran memperoleh tingkat validitas dengan persentase 89,71% dengan kategori sangat layak, validasi konstruk memperoleh tingkat validitas dengan persentase 77,18% dengan kategori sangat layak. Sedangkan dalam uji pemakaian oleh siswa mendapatkan validitas sebesar 81,81% dengan kategori sangat layak. Pada penelitian kali ini penulis bermaksud membuat media cetak berupa modul pembelajaran.

C. Kerangka Pikir

Pengembangan media pembelajaran di Sekolah Menengah Kejuruan/Sederajat merupakan instruksi Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No.40 Tahun 2008 tentang penetapan kriteria minimum sarana dan prasarana pendidikan. Hal tersebut didukung oleh Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.29 Tahun 1990 tentang tujuan pendidikan SMK/Sederajat. Implementasi media pembelajaran di SMK dalam praktiknya mengalami beberapa kendala diantaranya: (1) media pembelajaran belum optimal dan praktis untuk digunakan, (2) keterbatasan dan kurangnya media pembelajaran, (3) siswa kesulitan memahami konsep materi pelajaran teknik listrik, (4) kondisi media pembelajaran yang sudah

tidak dalam keadaan prima, (5) minat belajar siswa dalam melaksanakan praktikum masih sangat kurang, (6) media pembelajaran masih bersifat standar dan kurang menarik bagi siswa, (7) belum ada media pembelajaran resistor pada mata pelajaran Teknik Listrik yang sesuai dengan kompetensi dasar silabus, dan (8) belum ada pengembangan media pembelajaran yang memadukan antara mikrokontroler arduino UNO dengan LabVIEW 2016. Masalah tersebut menjadi landasan dalam upaya pengembangan sekaligus menilai tingkat kelayakan trainer resistor yang diharapkan mampu meningkatkan kualitas pembelajaran terhadap mata pelajaran di pendidikan menengah kejuruan.



Gambar 22. Kerangka Pikir Penelitian

D. Pertanyaan Penelitian

Pertanyaan penelitian dari penelitian pengembangan ini adalah sebagai berikut:

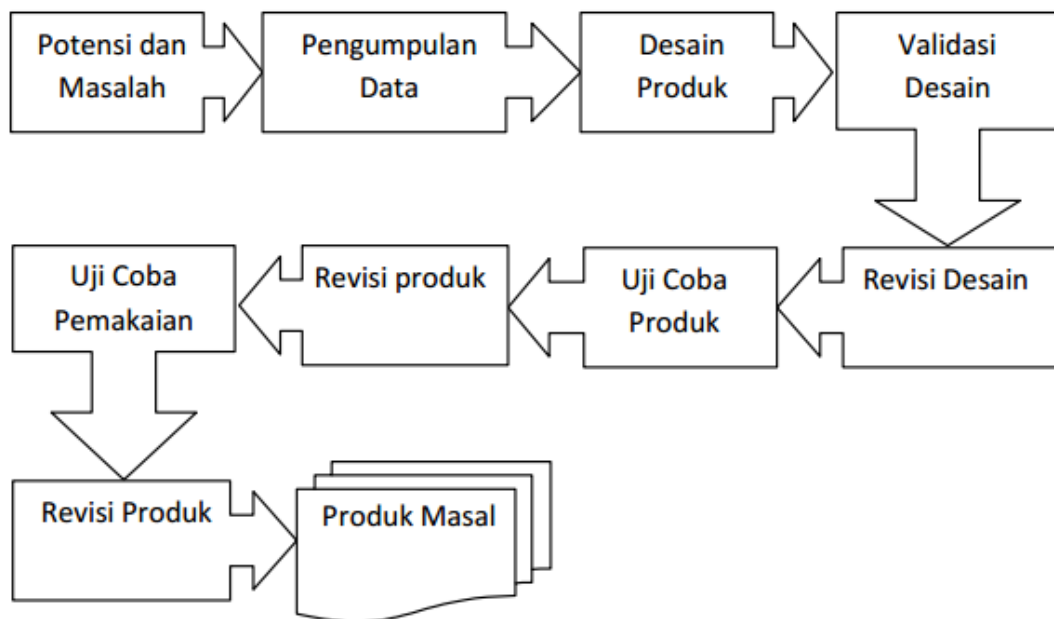
1. Bagaimana realisasi pengembangan trainer resistor dalam rangkaian arus searah pada mata pelajaran teknik listrik menggunakan LabVIEW 2016 berbasis mikrokontroler arduino UNO di kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta yang sesuai dengan kriteria media pembelajaran?
2. Bagaimana kelayakan trainer resistor dalam rangkaian arus searah pada mata pelajaran teknik listrik menggunakan LabVIEW 2016 berbasis mikrokontroler arduino UNO di kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta dari aspek ahli materi?
3. Bagaimana kelayakan trainer resistor dalam rangkaian arus searah pada mata pelajaran teknik listrik menggunakan LabVIEW 2016 berbasis mikrokontroler arduino UNO di kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta dari aspek ahli media?
4. Bagaimana kelayakan trainer resistor dalam rangkaian arus searah pada mata pelajaran teknik listrik menggunakan LabVIEW 2016 berbasis mikrokontroler arduino UNO di kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta dari aspek pengguna?

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian pengembangan atau lebih dikenal dengan *Research & Development* (R&D). R&D merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2015: 407). Dalam bidang pendidikan, produk-produk yang dihasilkan melalui penelitian R&D diharapkan dapat meningkatkan produktivitas pendidikan, berkualitas, dan relevan dengan kebutuhan. Model pengembangan pada penelitian ini mengacu pada teori Sugiyono yang terdiri dari sepuluh tahapan yang digambarkan sebagai berikut.



Gambar 23. Langkah-Langkah Penggunaan Metode *Research dan Development* (Sugiyono, 2015: 409)

B. Prosedur Pengembangan

1. Potensi dan Masalah

Tahap ini merupakan tahap awal penelitian pengembangan dengan mengidentifikasi berbagai potensi dan masalah yang ada di teknik audio video SMK Negeri 2 Yogyakarta. Sebuah penelitian dapat berangkat dari adanya potensi dan masalah.

Potensi SMK Negeri 2 Yogyakarta merupakan salah satu sekolah menengah tertua di Indonesia dan cukup punya nama di dunia industri maupun pemerintahan, hal ini membuktikan bahwa lulusannya berkualitas. Namun terdapat masalah dalam pembelajaran, semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi sehingga diperlukan suatu pengembangan media pembelajaran dalam bentuk trainer resistor yang relevan dengan tujuan sehingga dapat mengatasi permasalahan tersebut.

2. Pengumpulan Data

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil observasi dan wawancara pada mata pelajaran teknik listrik paket keahlian teknik audio video di SMK Negeri 2 Yogyakarta masih belum terdapat media pembelajaran resistor berupa trainer resistor. Disamping itu informasi yang didapat juga digunakan sebagai bahan untuk perencanaan produk yang diharapkan dapat mengatasi permasalahan. Data yang diperoleh dari guru mata pelajaran dan silabus tentang resistor untuk trainer resistor yang akan dikembangkan di SMK Negeri 2 Yogyakarta adalah:

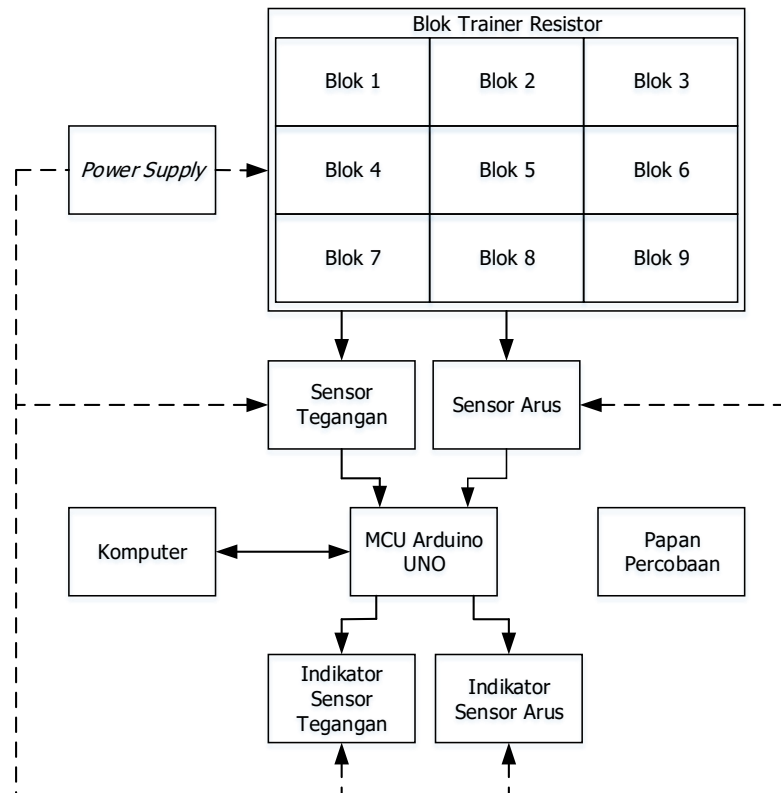
1. Blok resistor tetap dan resistor variabel
2. Blok NTC, PTC, VDR, dan LDR
3. Blok rangkaian resistor seri

4. Blok rangkaian resistor paralel
5. Blok rangkaian seristor seri-paralel
6. Blok jembatan *wheatstone*
7. Blok metode *mesh* dan *loop*
8. Blok reduksi rangkaian (segitiga-bintang)
9. Blok metode superposisi, teorema *thevenin*, dan *norton*
10. Blok rangkaian *power supply*
11. Blok rangkaian *interface* arduino uno
12. Blok rangkaian *voltmeter*
13. Blok rangkaian *ampermeter*
14. Blok rangkaian indikator sensor.

3. Desain Produk

Pada tahap desain produk trainer resistor meliputi desain rangkaian, desain perangkat lunak, dan desain boks sedangkan media cetak berupa desain modul trainer. Desain produk yang dibuat sesuai dengan kebutuhan yang mengacu pada kompetensi dasar pada silabus mata pelajaran teknik listrik paket keahlian teknik audio video di SMK Negeri 2 Yogyakarta.

Berdasarkan informasi yang diperoleh pada saat pengumpulan data, dapat didesain blok diagram trainer resistor secara keseluruhan yang dapat dilihat pada Gambar 24. Sedangkan keterangan masing-masing blok percobaan trainer resistor dapat dilihat pada Tabel 5.



Gambar 24. Blok Diagram Trainer Resistor Keseluruhan

Tabel 5. Keterangan Blok Percobaan Trainer Resistor

Blok	Keterangan
1	Blok resistor tetap dan resistor variabel
2	Blok NTC, PTC, VDR, dan LDR
3	Blok rangkaian resistor seri
4	Blok rangkaian resistor paralel
5	Blok metode <i>mesh</i> dan <i>loop</i>
6	Blok metode superposisi, teorema <i>thevenin</i> , dan <i>norton</i>
7	Blok rangkaian seristor seri-paralel
8	Blok reduksi rangkaian (segitiga-bintang)
9	Blok jembatan <i>wheatstone</i>

4. Validasi Desain

Produk yang telah selesai dibuat akan dilakukan validasi desain. Tahap ini merupakan proses kegiatan untuk mengetahui dan mengevaluasi produk awal trainer resistor yang dikembangkan. Dalam proses validasi desain akan divalidasi

oleh pakar atau dosen ahli dari Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika UNY untuk menilai desain trainer resistor yang telah dirancang, untuk mengetahui kelemahan dan kekuatannya.

5. Revisi Desain

Setelah desain produk divalidasi melalui diskusi dengan pakar yang sudah berpengalaman, maka dapat diketahui kelemahan produk yang dibuat. Selanjutnya dari kelemahan produk tersebut dicoba untuk dikurangi dengan cara memperbaiki desain yang dilakukan oleh peneliti.

6. Uji Coba Produk

Setelah validasi desain dan perbaikan desain produk, maka tahap selanjutnya merealisasikan desain produk baik media trainer maupun media cetak kemudian mengujicobakan produk. Uji coba tahap awal ini dilakukan dengan simulasi penggunaan produk yang diujicobakan pada kelompok terbatas. Uji coba akan dilakukan oleh dosen ahli materi dan ahli media dari Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika UNY serta guru paket keahlian Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta. Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kelayakan produk.

7. Revisi Produk 1

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian produk oleh dosen dan guru, maka dapat diketahui kesalahan dan kekurangan dari produk saat pelaksanaan uji coba produk. Maka selanjutnya dilakukan revisi produk untuk meningkatkan kelayakan dan kualitas trainer resistor.

8. Uji Coba Pemakaian

Setelah dilakukan revisi produk, maka selanjutnya produk akan diterapkan dalam lingkup yang lebih luas. Uji coba pemakaian dilakukan oleh 64 siswa kelas X paket keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 2 Yogyakarta. Pada tahap ini, trainer resistor dinilai kembali untuk mengetahui kekurangan atau hambatan yang muncul guna perbaikan lebih lanjut. Setelah diujicobakan terhadap peserta didik, maka peserta didik akan menilai trainer resistor dari segi kelayakan media dengan mengisi lembar angket.

9. Revisi Produk 2

Revisi produk ini dilakukan apabila dalam pemakaian produk yang lebih luas terdapat kekurangan dan kelemahan yang mengganggu jalannya proses pembelajaran. Sehingga dapat dilakukan penyempurnaan dan pembuatan trainer resistor baru lagi.

Produk akhir dari penelitian ini adalah trainer resistor dalam rangkaian arus searah, *virtual monitoring trainer*, dan modul trainer yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran teknik listrik pada kompetensi dasar yang berhubungan dengan resistor. Pada tahap kesepuluh tidak dilakukan produksi secara masal karena adanya keterbatasan waktu dan biaya.

C. Sumber Data Penelitian

1. Obyek Penelitian

Obyek penelitian berupa trainer resistor dalam rangkaian arus searah pada mata pelajaran teknik listrik menggunakan labview 2016 berbasis arduino uno yang terdiri dari trainer resistor, *virtual monitoring trainer*, dan modul trainer.

2. Subyek Penelitian

Subyek evaluasi dalam penelitian pengembangan ini adalah para ahli yaitu dosen dan guru. Sedangkan subyek pengguna adalah siswa kelas X paket keahlian teknik audio video SMK Negeri 2 Yogyakarta pada mata pelajaran teknik listrik.

3. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan November tahun 2016 sampai dengan bulan Januari tahun 2017. Penelitian ini dilaksanakan di SMK Negeri 2 Yogyakarta yang beralamat di Jl. A. M. Sangaji No. 47 Yogyakarta.

D. Metode dan Alat Pengumpulan Data

1. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data digunakan untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yang kemudian dianalisis. Ada dua teknik yang digunakan dalam pengumpulan data pada penelitian ini yaitu dengan cara:

a. Pengujian dan Pengamatan

Tujuan tahap ini adalah untuk mengetahui unjuk kerja dan kelayakan dari trainer resistor, *virtual monitoring trainer*, dan modul trainer yang akan dijadikan sebagai media pembelajaran di teknik audio video SMK Negeri 2 Yogyakarta. Hasil pengamatan dipaparkan dengan data berupa uji coba dan hasil pengamatan di lapangan.

b. Kuesioner (Angket)

Kuesioner atau angket adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawabnya (Sugiyono, 2015: 199). Kuesioner ini sangat cocok digunakan dalam jumlah responden yang cukup besar dan tersebar di wilayah yang

luas. Penyusunan butir-butir angket sebagai alat ukur didasarkan pada kisi kisi angket. Responden yang dilibatkan dalam pengambilan data adalah ahli media, ahli materi, guru, dan siswa. Angket yang telah terkumpul dari responden, kemudian akan dianalisis dan dideskripsikan.

2. Instrumen Penelitian

Pada prinsipnya instrumen penelitian adalah alat yang dapat digunakan dalam pengukuran terhadap fenomena sosial maupun alam (Sugiyono, 2015: 147). Instrumen penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah lembar angket. Lembar angket yang digunakan dalam penelitian ini adalah angket tertutup, yaitu angket yang telah dilengkapi dengan alternatif jawaban yang sudah tersedia, sehingga membantu responden untuk menjawab dengan cepat dan memudahkan peneliti dalam menganalisis data.

Pengujian validasi isi untuk instrumen dapat dilakukan dengan membandingkan antara isi instrumen dengan materi pelajaran yang telah diajarkan (Sugiyono, 2014: 182). Pengujian validasi isi secara teknis dapat dibantu dengan menggunakan kisi-kisi instrumen yang didalamnya terdapat variabel yang diteliti, indikator tolak ukur, dan nomor butir. Instrumen dalam penelitian ini menggunakan angket yang diberikan kepada ahli materi, ahli media, guru, dan siswa. Adapun rincian dari kisi-kisi instrumen penelitian untuk masing-masing responden sebagai berikut:

a. Instrumen untuk Ahli Materi

Instrumen dalam uji validasi isi oleh ahli materi pembelajaran meliputi aspek kualitas isi dan tujuan serta kualitas instruksional. Kisi-kisi instrumen penelitian untuk ahli materi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kisi-kisi Instrumen untuk Ahli Materi

Aspek	Indikator	No. Butir
Kualitas isi dan tujuan	<ul style="list-style-type: none"> - Kesesuaian dengan silabus - Mendukung isi materi pembelajaran resistor - Informasi akurat mengenai resistor - Keruntutan materi - Kejelasan materi - Menumbuhkan minat dan perhatian - Kesesuaian dengan situasi siswa - Panduan pengguna dan arahan - Kelengkapan media cetak (modul trainer) 	1 & 2 3 & 4 5, 6, & 7 8 & 9 10, 11, & 12 13 & 14 15, 16, 17, & 18 19 & 20 21 & 22
Kualitas Instruksional	<ul style="list-style-type: none"> - Memperjelas penyampaian pesan - Memotivasi belajar - Memberikan bantuan untuk belajar 	23 & 24 25 & 26 27 & 28

b. Instrumen untuk Ahli Media

Instrumen dalam uji validasi konstruk oleh ahli media pembelajaran meliputi aspek kualitas teknis dan kualitas instruksional. Kisi-kisi instrumen penelitian untuk ahli media dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kisi-kisi Instrumen untuk Ahli Media

Aspek	Indikator	No. Butir
Kualitas teknis	<ul style="list-style-type: none"> - Tata letak komponen - Warna - Keterbacaan - Mudah digunakan oleh guru maupun siswa - Praktis, fleksibel, dan bertahan - Bebas dari gangguan - Tingkat ketertarikan dan keterlibatan 	1, 2, & 3 4 & 5 6, 7, & 8 9 & 10 11, 12, 13, & 14 15, 16, & 17 18 & 19
Kualitas instruksional	<ul style="list-style-type: none"> - Memberikan bantuan untuk belajar - Dapat memberikan sumbangan - Mengatasi keterbatasan - Memberi kesamaan pengalaman - Memotivasi belajar - Metode pengajaran bervariasi 	20 & 21 22 & 23 24 & 25 26 & 27 28 & 29 30 & 31

c. Instrumen untuk Siswa

Instrumen dalam uji coba penggunaan media dalam pembelajaran ini ditujukan untuk siswa yang meliputi aspek kualitas isi dan tujuan, kualitas teknis, dan kualitas instruksional. Kisi-kisi instrumen penelitian untuk siswa dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Kisi-kisi Instrumen untuk Siswa

Aspek	Indikator	No. Butir
Kualitas teknis	<ul style="list-style-type: none"> - Tata letak komponen - Warna - Keterbacaan - Mudah digunakan oleh siswa - Bebas dari gangguan - Tingkat ketertarikan dan keterlibatan 	1 & 2 3 & 4 5, 6, & 7 8 & 9 10, 11, & 12 13 & 14
Kualitas isi dan tujuan	<ul style="list-style-type: none"> - Kejelasan materi - Menumbuhkan minat dan perhatian - Panduan pengguna dan arahan 	15, 16, & 17 18 & 19 20 & 21
Kualitas instruksional	<ul style="list-style-type: none"> - Memberikan bantuan untuk belajar - Dapat memberikan sumbangan - Memotivasi belajar 	22, 23, 28, & 29 24 & 25 26 & 27

3. Pengujian Instrumen

Instrumen-instrumen seperti alat tes keberhasilan belajar, misalnya berkaitan dengan ranah kognitif, pertanyaan untuk angket, berhubungan dengan masalah afeksi, nilai-nilai, dan kecenderungan, persyaratan kualifikasinya meliputi aspek validitas dan reliabilitas (Nurgiyantoro, dkk, 2009: 338). Uji instrumen ini dilakukan untuk mengetahui tingkat validitas dan reliabilitas sekaligus menjadi syarat mutlak instrumen yang akan digunakan dalam penelitian, maka diharapkan hasil penelitian akan menjadi valid dan reliabel.

a. Uji Validitas Instrumen

Pengujian validitas instrumen dilakukan dalam dua tahap yaitu validitas isi (*content validity*) dan validitas konstruk (*construct validity*). Validasi Instrumen dilakukan sampai terjadinya kesepakatan dengan para ahli (Sugiyono, 2015: 177). Instrumen dikonstruksikan tentang aspek-aspek yang akan diukur dengan berlandaskan teori tertentu, yang dikonsultasikan pada para ahli. Pada penelitian ini para ahli dalam bidang pendidikan, yaitu dosen Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik UNY.

Setelah mengkonsultasikan kepada para ahli, untuk mengetahui setiap butir instrumen valid atau tidak dapat diketahui dengan mengkorelasikan skor butir (X) dan skor total (Y). Untuk menganalisis item, korelasi yang digunakan untuk uji hubungan antar sesama data interval adalah korelasi (r) *product moment* dari Pearson. Rumus untuk mencari korelasi *product moment* yang termuat dalam buku Sugiyono (2015: 255) adalah sebagai berikut.

$$r_{xy} = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{\{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2\} \{n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2\}}}$$

Keterangan:

n = Banyaknya Pasangan data X dan Y.

$\sum X$ = Total Jumlah dari Variabel X.

$\sum Y$ = Total Jumlah dari Variabel Y.

$\sum X^2$ = Kuadrat dari Total Jumlah Variabel X.

$\sum Y^2$ = Kuadrat dari Total Jumlah Variabel Y.

$\sum XY$ = Hasil Perkalian dari Total Jumlah Variabel X dan Variabel Y.

b. Uji Reliabilitas Instrumen

Suatu instrumen dikatakan reliabel atau terpercaya jika instrumen tersebut memberikan hasil yang tetap walaupun dilakukan dalam beberapa kali dalam waktu yang berbeda. Pengujian reliabilitas ini dengan *interval consistency*, dilakukan dengan memfokuskan pada item instrumen yang mana cukup dicobakan sekali saja.

Pengujian reliabilitas dilakukan dengan menggunakan teknik *alpha cronbach*, yang mana teknik ini dapat dipergunakan baik untuk instrumen dengan

jawaban berskala. Adapun rumus koefisien reliabilitas *alpha cronbach* yang termuat dalam buku Nurgiyantoro, dkk (2009: 352) sebagai berikut.

$$r_{11} = \left(\frac{k}{(k-1)} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_t^2}{\sigma_t^2} \right)$$

Keterangan:

r_{11} = reliabilitas instrumen

k = banyaknya butir pertanyaan (soal)

$\sum \sigma_t^2$ = jumlah varians butir

σ_t^2 = varians total

Hasil perhitungan r_{11} dengan menggunakan rumus diatas kemudian diinterpretasikan dengan tingkat keadaan koefesien sesuai dengan tabel berikut.

Tabel 9. Interpretasikan tingkat keadaan koefesien

Hasil Perhitungan r_{11}	Tingkat Keadaan Koefesien
$0,800 \leq r_{11} \leq 1,000$	Sangat tinggi
$0,600 \leq r_{11} \leq 0,799$	Tinggi
$0,400 \leq r_{11} \leq 0,599$	Cukup
$0,200 \leq r_{11} \leq 0,399$	Rendah
$0,000 \leq r_{11} \leq 0,199$	Sangat Rendah

E. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis deskriptif. Teknik analisis deskriptif digunakan dengan menggunakan statistik deskriptif. "Statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisa data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi" (Sugiyono, 2015: 207).

1. Data Kualitatif

Data yang diperoleh dari instrumen kelayakan trainer resistor untuk siswa dibuat dalam bentuk skala *likert*. Dengan skala *likert*, maka variabel yang akan diukur dijabarkan menjadi indikator variabel. Kemudian indikator tersebut dijadikan sebagai titik tolak untuk menyusun item-item instrumen yang dapat berupa pertanyaan atau pernyataan. Jawaban dari setiap item instrumen yang menggunakan skala *likert* mempunyai gradasi sangat positif sampai sangat negatif.

Langkah konversi nilai skor disesuaikan dengan pola pernyataan. Pola pernyataan yang dipilih pada penelitian ini menggunakan pola genap yaitu sebanyak 4 buah yaitu Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS) yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 10. Kriteria Skor Penilaian

Penilaian	Keterangan	Skor
SS	Sangat Setuju	4
S	Setuju	3
TS	Tidak Setuju	2
STS	Sangat Tidak Setuju	1

2. Data Kuantitatif

Data kuantitatif diperoleh dari penjabaran data kualitatif yang diperoleh kedalam kriteria skor penilaian di atas. Dalam penelitian ini mendapatkan data kualitas trainer resistor berdasarkan aspek kualitas isi dan tujuan, kualitas teknis, dan kualitas instruksional. Langkah analisis data kualitas trainer resistor yang dilakukan yaitu:

a. Menghitung Skor Kelayakan Trainer

Skor kelayakan trainer resistor dihitung menggunakan ketentuan sebagai berikut ini:

Sangat Setuju = 4

Setuju = 3

Tidak Setuju = 2

Sangat Tidak Setuju = 1

b. Menghitung Skor Rata-rata

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Keterangan:

\bar{x} = Skor rata-rata

$\sum x$ = Jumlah skor penilai

n = jumlah penilai

c. Menghitung Persentase Kelayakan Trainer

Persentase jumlah skor instrumen (Sugiyono, 2015: 138):

$$Kelayakan \% = \frac{Skor\ kenyataan}{Skor\ diharapkan} \times 100\%$$

Keterangan:

Nilai kenyataan = total skor instrumen yang telah diisi responden

Nilai diharapkan = total skor instrumen dengan asumsi setiap butir dijawab sangat setuju (SS), skor (4)

Jika nilai persentase rerata telah didapat maka selanjutnya adalah penunjukan predikat kualitas dari produk yang dibuat berdasarkan skala pengukuran *rating scale*. Skala penunjukan *rating scale* adalah pengubahan

data kuantitatif menjadi kualitatif. Data mentah berupa angka yang diperoleh melalui *rating scale* ditafsirkan dalam pengertian kualitatif (Sugiyono, 2015:141).

Berikut Tabel 11 merupakan *rating scale* yang digunakan untuk penafsiran kelayakan produk.

Tabel 11. Kategori Kelayakan Berdasarkan *Rating Scale*

No	Skor dalam Persen (%)	Kategori Kelayakan
1	0% - 25%	Sangat Tidak Layak
2	25% - 50 %	Kurang Layak
3	50% - 75%	Cukup Layak
4	75% - 100%	Sangat Layak

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Desain dan Realisasi Trainer

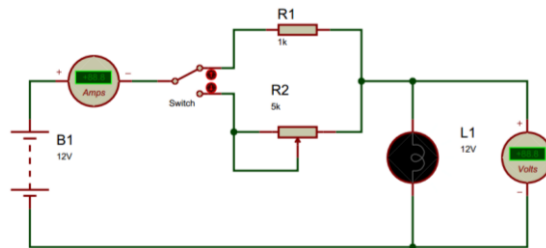
Pada bagian ini desain siap untuk direalisasikan karena sudah melewati tahap validasi desain dan revisi desain oleh para ahli yang dijelaskan pada prosedur pengembangan trainer resistor pada bab sebelumnya. Berikut ini merupakan hasil desain dan realisasi trainer resistor dalam rangkaian arus searah.

a. Blok Rangkaian (Trainer Resistor)

Desain rangkaian yang terdapat pada trainer resistor terdiri dari beberapa bagian yaitu: (1) blok resistor tetap dan resistor variabel, (2) blok NTC termistor, PTC termistor, VDR (*voltage dependent resistor*), dan LDR (*light dependent resistor*), (3) blok rangkaian resistor seri, (4) blok rangkaian resistor paralel, (5) blok rangkaian resistor seri-paralel, (6) blok jembatan *wheatstone*, (7) blok metode *mesh* dan metode *loop*, (8) blok reduksi rangkaian (segitiga-bintang), (9) blok metode superposisi, teorema *thevenin*, dan teorema *norton*, (10) rangkaian *power supply* menggunakan 3 buah *DC to DC module*, (11) rangkaian *interface* menggunakan arduino uno, (12) rangkaian 3 *channel voltmeter*, (13) rangkaian 3 *channel ampermeter*, dan (14) rangkaian indikator sensor. Pemaparan desain, dan realisasi bagian-bagian trainer resistor adalah sebagai berikut:

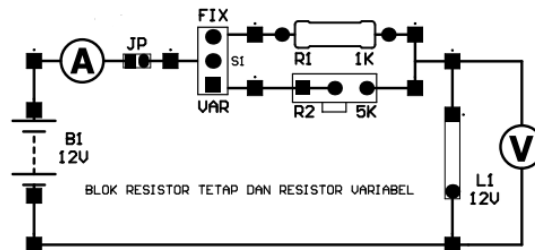
1. Blok resistor tetap dan resistor variabel

Pada blok resistor tetap dan resistor variabel terdapat 2 buah percobaan resistor yang dapat dipilih sesuai keinginan dengan menggunakan saklar geser. Blok ini dilengkapi dengan lampu yang dapat diamati tingkat redup dan terangnya karena dampak perubahan hambatan resistor. Skematik rangkaian blok resistor tetap dan resistor variabel dapat dilihat pada Gambar 25.



Gambar 25. Skematik Rangkaian Blok Resistor Tetap dan Resistor Variabel

Sedangkan desain *top overlay* dan realisasi blok resistor tetap dan resistor variabel dapat dilihat pada Gambar 26 dan Gambar 27.



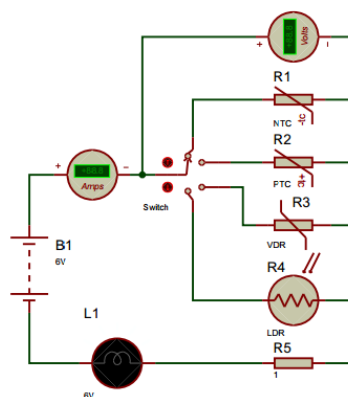
Gambar 26. Desain *Top Overlay* Blok Resistor Tetap dan Resistor Variabel



Gambar 27. Realisasi Blok Resistor Tetap dan Resistor Variabel

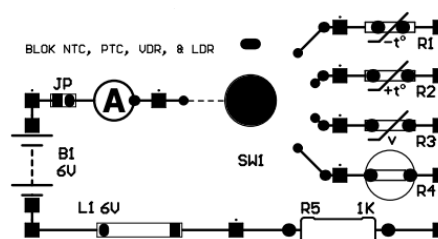
2. Blok NTC, PTC, VDR, dan LDR

Pada blok NTC, PTC, VDR, dan LDR terdapat 4 buah percobaan resistor khusus yang dapat dipilih sesuai keinginan dengan menggunakan saklar putar (*rotary*). Resistor khusus diantaranya dapat dipengaruhi oleh perubahan suhu, tegangan, dan intensitas cahaya sehingga merubah nilai hambatannya yang dapat diamati melalui tingkat redup dan terangnya lampu. Skematik rangkaian blok NTC, PTC, VDR, dan LDR dapat dilihat pada Gambar 28.



Gambar 28. Sekmatik Rangkaian Blok NTC, PTC, VDR, dan LDR

Sedangkan desain *top overlay* dan realisasi blok NTC, PTC, VDR, dan LDR dapat dilihat pada Gambar 29 dan Gambar 30.



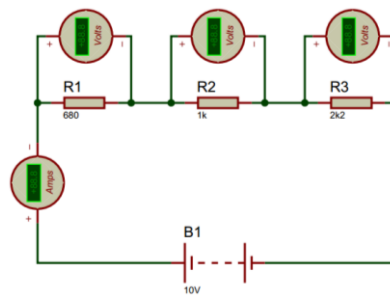
Gambar 29. Desain *Top Overlay* Blok NTC, PTC, VDR, dan LDR



Gambar 30. Realisasi Blok Blok NTC, PTC, VDR, dan LDR

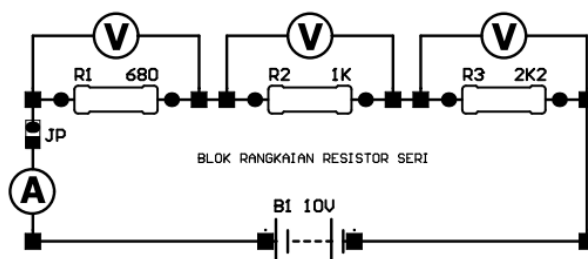
3. Blok rangkaian resistor seri

Pada blok rangkaian resistor seri terdapat 3 buah resistor yang disusun secara seri dengan nilai hambatan yang berbeda-beda. Percobaan pada blok ini dapat mengukur setiap arus dan tegangan pada tiap-tiap resistor guna membuktikan konsep rangkaian resistor yang disusun seri. Skematik rangkaian blok rangkaian resistor seri dapat dilihat pada Gambar 31.

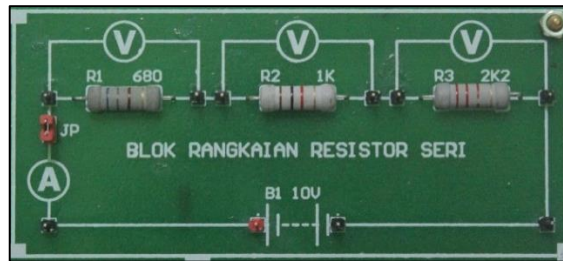


Gambar 31. Skematik Rangkaian Blok Rangkaian Resistor Seri

Sedangkan desain *top overlay* dan realisasi blok rangkaian resistor seri dapat dilihat pada Gambar 32 dan Gambar 33.



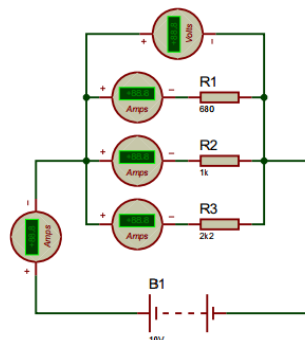
Gambar 32. Desain *Top Overlay* Blok Rangkaian Resistor Seri



Gambar 33. Realisasi Blok Rangkaian Resistor Seri

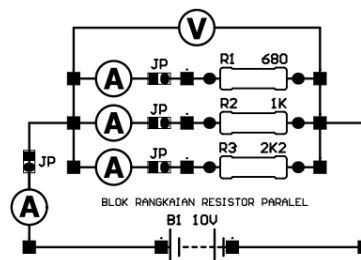
4. Blok rangkaian resistor paralel

Pada blok rangkaian resistor paralel terdapat 3 buah resistor yang disusun secara paralel dengan nilai hambatan yang berbeda-beda. Percobaan pada blok ini dapat mengukur setiap arus dan tegangan pada tiap-tiap resistor guna membuktikan konsep rangkaian resistor yang disusun paralel. Skematik rangkaian blok rangkaian resistor paralel dapat dilihat pada Gambar 34.

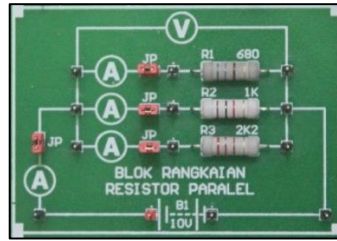


Gambar 34. Skematik Rangkaian Blok Rangkaian Resistor Paralel

Sedangkan desain *top overlay* dan realisasi blok rangkaian resistor paralel dapat dilihat pada Gambar 35 dan Gambar 36.



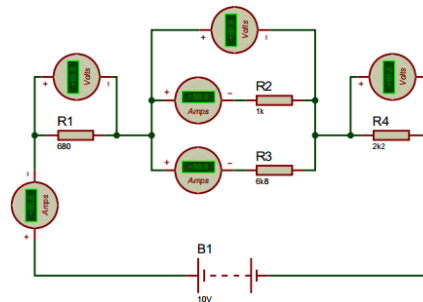
Gambar 35. Desain *Top Overlay* Blok Rangkaian Resistor Paralel



Gambar 36. Realisasi Blok Rangkaian Resistor Paralel

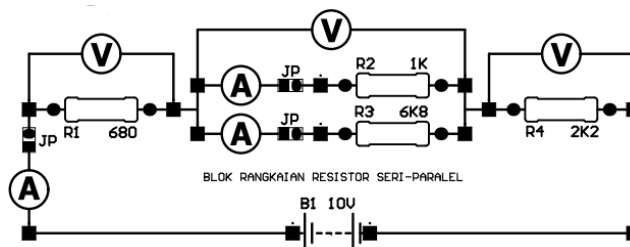
5. Blok rangkaian resistor seri-paralel

Pada blok rangkaian resistor seri-paralel terdapat 4 buah resistor yang disusun secara campuran atau seri-paralel dengan nilai hambatan yang berbeda-beda. Percobaan pada blok ini dapat mengukur setiap arus dan tegangan pada tiap-tiap resistor guna membuktikan konsep rangkaian resistor yang disusun seri-paralel. Skematik rangkaian blok rangkaian resistor seri-paralel dapat dilihat pada Gambar 37.

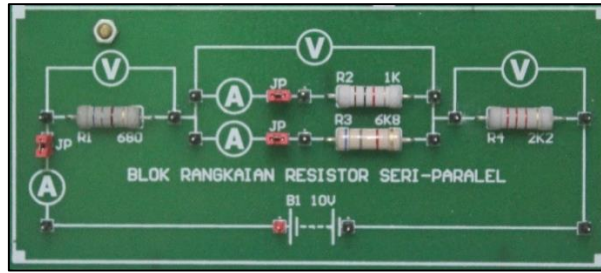


Gambar 37. Skematik Rangkaian Blok Rangkaian Resistor Seri-Paralel

Sedangkan desain *top overlay* dan realisasi blok rangkaian resistor seri-paralel dapat dilihat pada Gambar 38 dan Gambar 39.



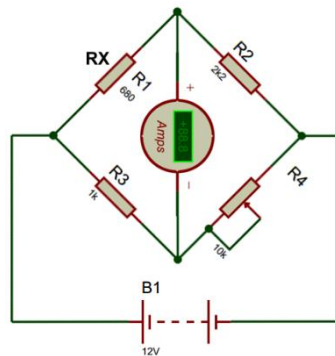
Gambar 38. Desain *Top Overlay* Blok Rangkaian Seri-Paralel



Gambar 39. Realisasi Blok Rangkaian Seri-Paralel

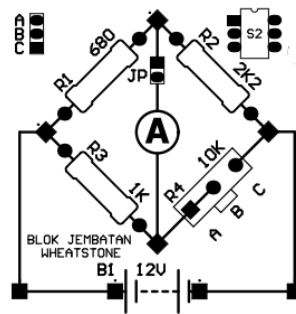
6. Blok jembatan *wheatstone*

Pada blok rangkaian resistor seri terdapat 3 buah resistor tetap dan 1 buah resistor variabel yang disusun secara jembatan dengan nilai hambatan yang berbeda-beda. Pada percobaan ini perubahan nilai hambatan potensiometer dapat diukur dengan ohmmeter tanpa harus melepasnya, karena sudah dilengkapi dengan DIP *switch* 3 pin yang berfungsi untuk memutus dari rangkaian. Sehingga pengukuran nilai hambatan potensiometer dapat dilakukan pada pin A, B, dan C. Skematik rangkaian blok jembatan *wheatstone* dapat dilihat pada Gambar 40.

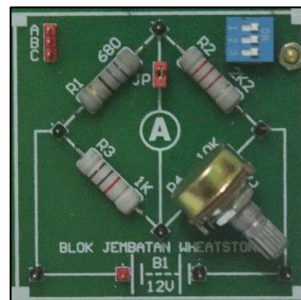


Gambar 40. Skematik Rangkaian Blok Jembatan *Wheatstone*

Sedangkan desain *top overlay* dan realisasi blok jembatan *wheatstone* dapat dilihat pada Gambar 41 dan Gambar 42.



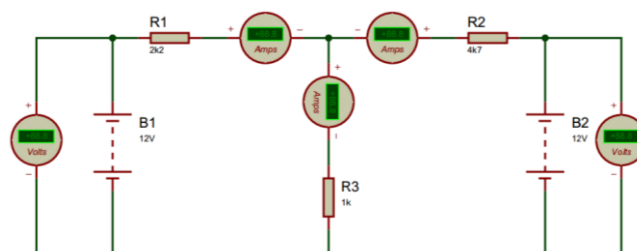
Gambar 41. Desain *Top Overlay* Blok Jembatan *Wheatstone*



Gambar 42. Realisasi Blok Jembatan *Wheatstone*

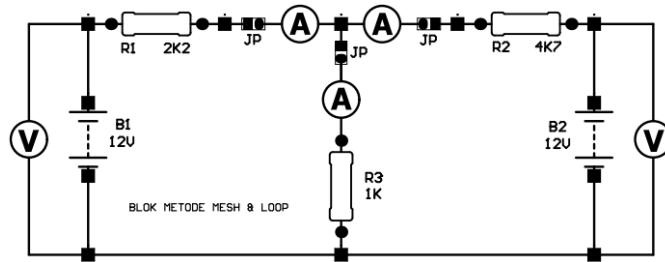
7. Blok metode *mesh* dan metode *loop*

Pada blok metode *mesh* dan *loop* terdapat 3 buah resistor yang dilengkapi dengan 2 buah sumber tegangan. Percobaan pada blok ini dapat mengukur setiap arus dan tegangan tiap-tiap resistor guna membuktikan konsep arus metode *mesh* dan metode *loop*. Skematik rangkaian blok metode *mesh* dan metode *loop* dapat dilihat pada Gambar 43.

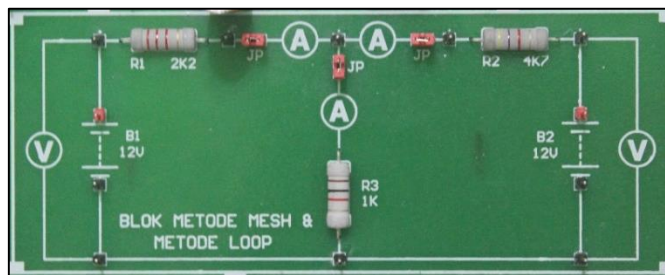


Gambar 43. Skematik Rangkaian Blok Metode *Mesh* dan Metode *Loop*

Sedangkan desain *top overlay* dan realisasi blok metode *mesh* dan metode *loop* dapat dilihat pada Gambar 44 dan Gambar 45.



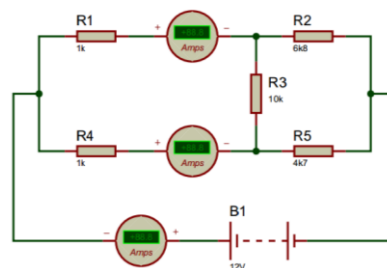
Gambar 44. Desain *Top Overlay* Blok Metode *Mesh* dan Metode *Loop*



Gambar 45. Realisasi Blok Metode *Mesh* dan Metode *Loop*

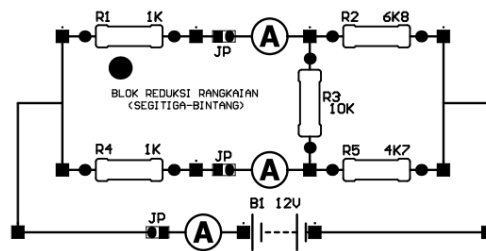
8. Blok reduksi rangkaian (segitiga-bintang)

Pada blok reduksi rangkaian (segitiga-bintang) terdapat 5 buah resistor yang 3 diantaranya disusun secara segitiga. Percobaan pada blok ini dapat membuktikan konsep rangkaian segitiga yang dapat dikonversi menjadi rangkaian bintang. Skematik rangkaian blok reduksi rangkaian (segitiga-bintang) dapat dilihat pada Gambar 46.

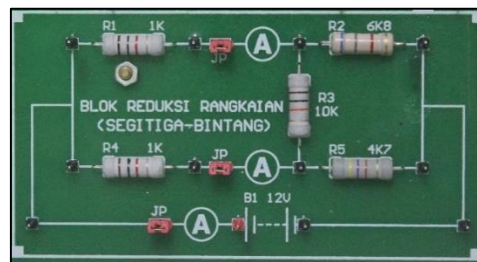


Gambar 46. Skematik Rangkaian Blok Reduksi Rangkaian (Segitiga-Bintang)

Sedangkan desain *top overlay* dan realisasi blok reduksi rangkaian (segitiga-bintang) dapat dilihat pada Gambar 47 dan Gambar 48.



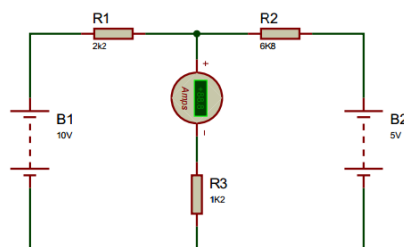
Gambar 47. Desain *Top Overlay* Blok Reduksi Rangkaian (Segitiga-Bintang)



Gambar 48. Realisasi Blok Reduksi Rangkaian (Segitiga-Bintang)

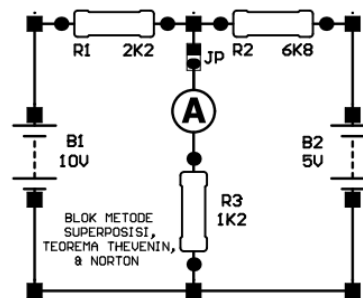
9. Blok metode superposisi, teorema *thevenin*, dan teorema *norton*

Pada blok metode superposisi, teorema thenvenin, dan norton terdapat 3 buah resistor yang dilengkapi dengan 2 buah sumber tegangan. Percobaan pada blok ini dapat mengukur arus dan tegangan resistor guna membuktikan konsep metode superposisi, teorema *thevenin*, dan teorema *norton*. Skematik rangkaian blok metode superposisi, teorema *thevenin*, dan teorema *norton* dapat dilihat pada Gambar 49.

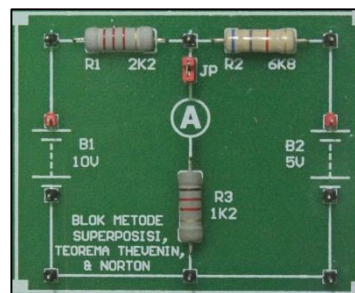


Gambar 49. Skematik Rangkaian Blok Metode Superposisi, Teorema *Thevenin*, dan Teorema *Norton*

Sedangkan desain *top overlay* dan realisasi blok metode superposisi, teorema *thevenin*, dan teorema *norton* dapat dilihat pada Gambar 50 dan Gambar 51.



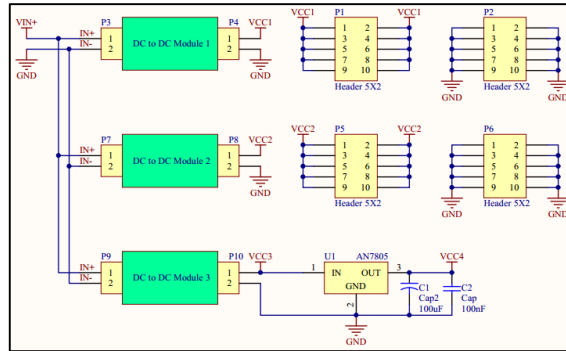
Gambar 50. Desain *Top Overlay* Blok Metode Superposisi, Teorema *Thevenin*, dan Teorema *Norton*



Gambar 51. Realisasi Blok Metode Superposisi, Teorema *Thevenin*, dan Teorema *Norton*

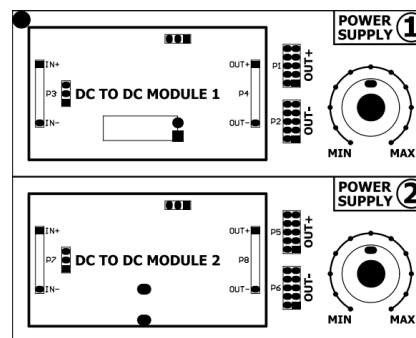
10. Rangkaian *power supply*

Pada blok *power supply* terdapat 3 buah modul *DC to DC* yang mana 2 buah diantaranya digunakan untuk mensuplai percobaan, dengan tegangan keluaran yang dapat dirubah-rubah sesuai kebutuhan dan dilengkapi dengan display indikator tegangan. Sedangkan 1 buah lagi digunakan untuk mensuplai arduino uno dan sensor yang terlebih dahulu diturunkan oleh IC regulator 7805. Skematik rangkaian *power supply* menggunakan *DC to DC module* dapat dilihat pada Gambar 52.

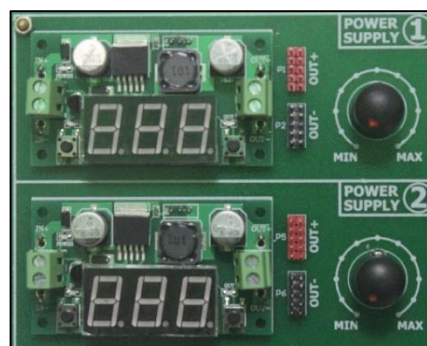


Gambar 52. Skematik Rangkaian *Power Supply* Menggunakan *DC to DC Module*

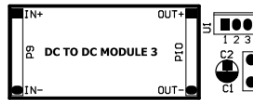
Sedangkan desain *top overlay* dan realisasi *power supply* 1 dan *power supply* 2 menggunakan *DC to DC module* dapat dilihat pada Gambar 53 dan Gambar 54. Desain *top overlay* dan realisasi *power supply* 3 dibuat terpisah dengan *power supply* lainnya yang dapat dilihat pada Gambar 55 dan Gambar 56.



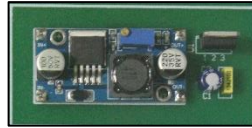
Gambar 53. Desain *Top Overlay Power Supply* 1 dan 2



Gambar 54. Realisasi *Power Supply* 1 dan 2



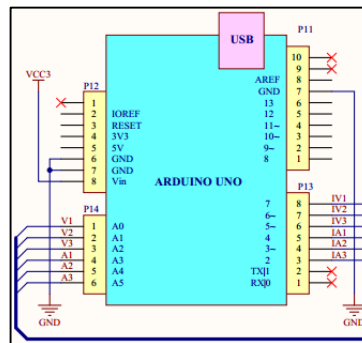
Gambar 55. Desain *Top Overlay Power Supply 3*



Gambar 56. Realisasi *Power Supply 3*

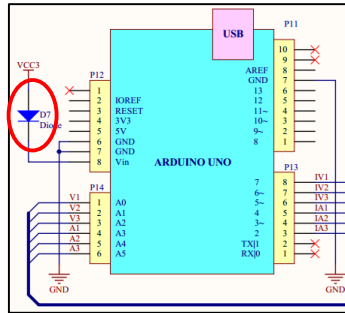
11. Rangkaian *inteface* arduino uno

Pada blok intervace arduino uno terdapat 1 buah *Arduino UNO Board* yang berfungsi sebagai mikrokontroler untuk mengukur tegangan dan arus melalui sensor tegangan dan sensor arus. Hasil pengukuran tegangan dan arus arduino uno akan ditampilkan pada *personal computer* (PC) dengan bantuan *Virtual Monitoring Trainer* dari LabVIEW yang disambungkan melalui port USB. Skematik rangkaian *interface* Arduino UNO dapat dilihat pada Gambar 57.



Gambar 57. Skematik Rangkaian *Interface* Arduino UNO

Pada rangkaian *interface* Arduino UNO terdapat revisi yaitu penambahan dioda dibagian VCC yang berfungsi sebagai jalur satu arah (pintu satu arah). Sehingga skematik rangkaian *interface* Arduino UNO setelah direvisi dapat dilihat pada Gambar 58.



Gambar 58. Skematik Rangkaian *Interface* Arduino UNO Setelah Direvisi

Sedangkan desain *top overlay* dan realisasi *interface* Arduino UNO dapat dilihat pada Gambar 59 dan Gambar 60.



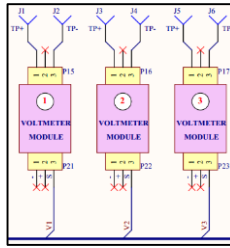
Gambar 59. Desain *Top Overlay* Arduino UNO



Gambar 60. Realisasi *Interface* Arduino UNO

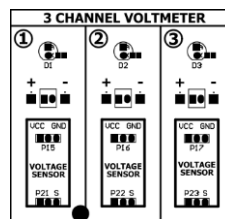
12. Rangkaian *voltmeter*

Pada blok voltmeter terdapat 3 buah modul sensor tegangan yang maksimal dapat mengukur tegangan dari 0V sampai dengan 25V. Skematik rangkaian 3 *channel voltmeter* dapat dilihat pada Gambar 61.

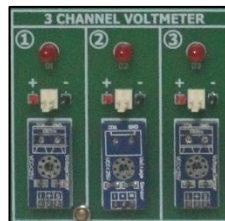


Gambar 61. Skematik Rangkaian 3 *Channel Voltmeter*

Sedangkan desain *top overlay* dan realisasi 3 *channel voltmeter* dapat dilihat pada Gambar 62 dan Gambar 63.



Gambar 62. Desain *Top Overlay Voltmeter* dan Indikator



Gambar 63. Realisasi 3 *Channel Voltmeter* dan Indikator

Pada rangkaian 3 *channel voltmeter* yang telah direalisasikan hanya dapat mengukur tegangan pada titik pengukuran terhadap *ground*, sehingga dilakukan revisi rangkaian dengan menggunakan penguat beda (*differential amplifier*).

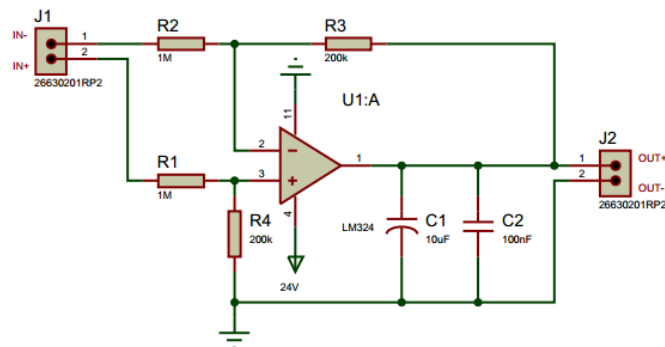
Untuk merubah level tegangan 0VDC sampai dengan 25VDC menjadi 0VDC sampai dengan 5VDC yaitu menggunakan fungsi transfer penguat beda, dengan ketentuan nilai $R_1 = R_2$, dan $R_3 = R_4$ sehingga persamaan dapat ditulis sebagai berikut:

$$V_{out} = \frac{R_3}{R_1} (V_2 - V_1)$$

Agar tidak membebani rangkaian yang akan diukur maka $R_1 = R_2$ dipasang dengan nilai hambatan yang besar yaitu $1M\Omega$. Dengan nilai V_{out} maksimal yang diinginkan adalah sebesar $5V_{DC}$ dan V_{in} maksimal adalah $25V_{DC}$ maka nilai $R_3 = R_4$ dapat ditentukan sebagai berikut.

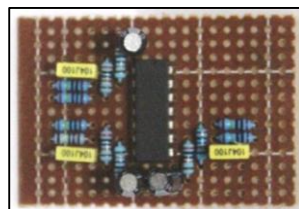
$$V_{out} = \frac{R_3}{R_1} (V_2 - V_1)$$

$$5 = \frac{R_3}{1000000} (25 - 0) \rightarrow R_3 = \frac{1000000 \times 5}{25} \rightarrow R_1 = 200000 \rightarrow R_1 = 200k\Omega$$



Gambar 64. Skematik Rangkaian *Voltmeter* Setelah Direvisi

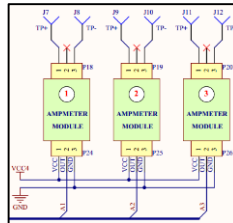
Berdasarkan skematik rangkaian sensor tegangan yang telah direvisi pada Gambar 64 dengan penentuan nilai resistor seperti pada perhitungan di atas, sehingga rangkaian direalisasikan menjadi 3 *channel* sensor tegangan seperti pada Gambar 65 dengan menggunakan OpAmp IC LM324.



Gambar 65. Realisasi Rangkaian 3 *Channel Voltmeter* Setelah Direvisi

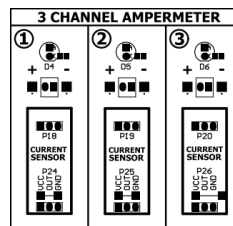
13. Rangkaian *ampermeter*

Pada blok ampermeter terdapat 3 *channel* modul sensor arus yang maksimal dapat mengukur arus hingga dari -5A sampai dengan +5A. Skematik rangkaian 3 *channel amperemeter* dapat dilihat pada Gambar 66.

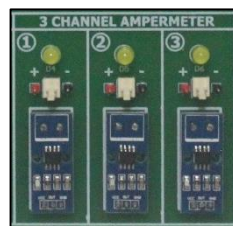


Gambar 66. Skematik Rangkaian 3 *Channel Ampermeter*

Sedangkan desain *top overlay* dan realisasi 3 *channel amperemeter* dapat dilihat pada Gambar 67 dan Gambar 68.

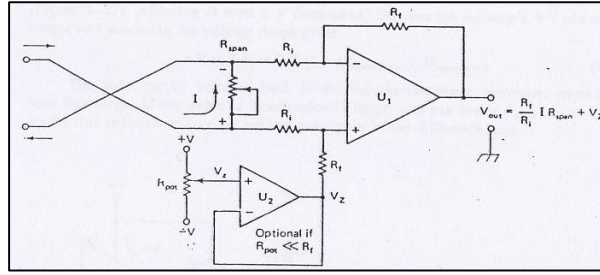


Gambar 67. Desain *Top Overlay Ampermeter* dan Indikator



Gambar 68. Realisasi 3 *Channel Ampermeter* dan Indikator

Pada rangkaian 3 *channel ampermter* tidak bisa mengukur arus dalam satuan mA dikarenakan tegangan keluaran sensor yang terlalu kecil sehingga ADC Arduino UNO tidak dapat membacanya secara akurat, maka dari itu dilakukan revisi dengan menggunakan rangkaian konverter arus ke tegangan.



Gambar 69. Rangkaian Konverter Arus ke Tegangan

Mengacu pada Gambar 69, untuk merubah level arus -5mA sampai dengan 35mA menjadi 0VDC sampai dengan 5VDC berdasarkan pada teori Jacob (1889: 235-237) dapat dihitung sebagai berikut:

$$I(a) = -5\text{mA} \quad V(a) = 0\text{V}$$

$$I(b) = 35\text{mA} \quad V(b) = 5\text{V}$$

Tentukan nilai $R_f/R_i = 5$, sehingga dengan persamaan berikut dapat dihitung R_{span} :

$$R_{\text{span}} = \frac{V(b)-V(a)}{(R_f/R_i)(I(b)-I(a))} \rightarrow R_{\text{span}} = \frac{5-0}{(5)(35\text{mA}-(-5\text{mA}))} = 25\Omega$$

R_{span} yang digunakan adalah resistor dengan nilai 22Ω dan $3\Omega 3$. Nilai hambatan R_i harus lebih besar dari R_{span} , pada rangkaian ini besar hambatan R_i adalah $2\text{k}\Omega$, sehingga R_f dapat dihitung sebagai berikut:

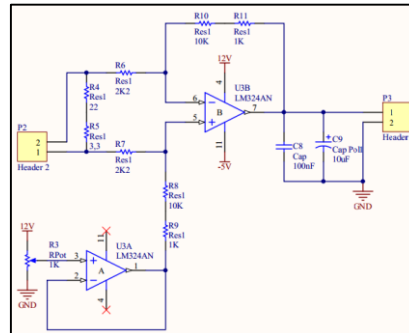
$$\frac{R_f}{R_i} = 5 \rightarrow R_f = 5R_i \rightarrow R_f = 5 \times 2\text{k}\Omega = 11\text{k}\Omega$$

R_f yang digunakan adalah resistor dengan nilai $10\text{k}\Omega$ dan $1\text{k}\Omega$. Selanjutnya adalah menentukan besarnya tegangan V_z dengan persamaan menggunakan berikut:

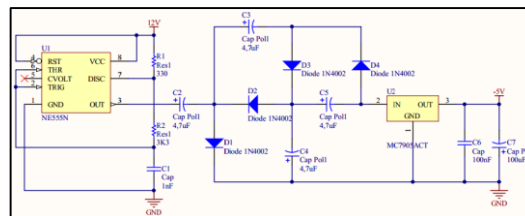
$$V_z = V(a) - \frac{R_f}{R_i} I(a) R_{\text{span}} \rightarrow V_z = 0 - \frac{11\text{k}\Omega}{2\text{k}\Omega} (-5\text{mA})(25\Omega) = 0,625\text{V}$$

Berdasarkan perhitungan sebelumnya maka dapat dirancang sebuah rangkaian sensor arus yang tampak pada Gambar 70. Karena desain

membutuhkan sumber tegangan negatif, maka didesain rangkaian *power supply* -5VDC yang dapat dilihat pada Gambar 71.

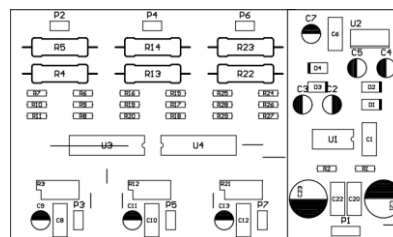


Gambar 70. Skematik Rangkaian Sensor Arus Setelah Direvisi

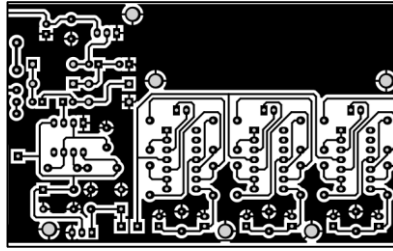


Gambar 71. Skematik Rangkaian *Power Supply* -5VDC

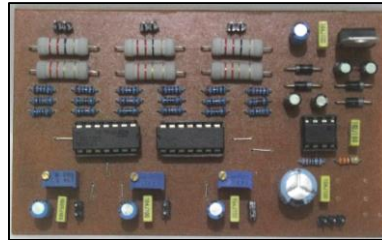
Berdasarkan skematik rangkaian sensor arus dan *power supply* -5VDC yang telah direvisi pada Gambar 70 dan Gambar 71, rangkaian direalisasikan menjadi 3 *channel* sensor arus dan *power supply* -5VDC seperti pada Gambar 74 dengan menggunakan OpAmp IC LM324.



Gambar 72. Desain *Top Overlay* Sensor Arus dan *Power Supply* -5VDC



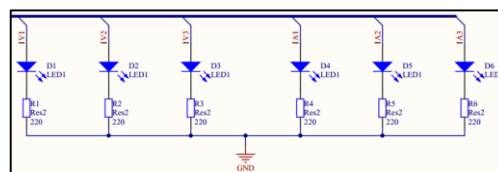
Gambar 73. Desain Bottom Layer Sensor Arus dan Power Supply -5VDC



Gambar 74. Realisasi 3 *Channel* Sensor Arus Setelah Direvisi

14. Rangkaian indikator *voltmeter* dan *amperemeter*

Pada blok indikator *voltmeter* dan *amperemeter* adalah berupa 3 buah LED indikator untuk *voltmeter* dan 3 buah LED indikator untuk *amperemeter*. LED indikator ini berfungsi untuk mengetahui *channel* berapa dari *voltmeter* atau *amperemeter* yang diaktifkan saat pengukuran tegangan atau arus. Skematik rangkaian indikator sensor dapat dilihat pada Gambar 75.

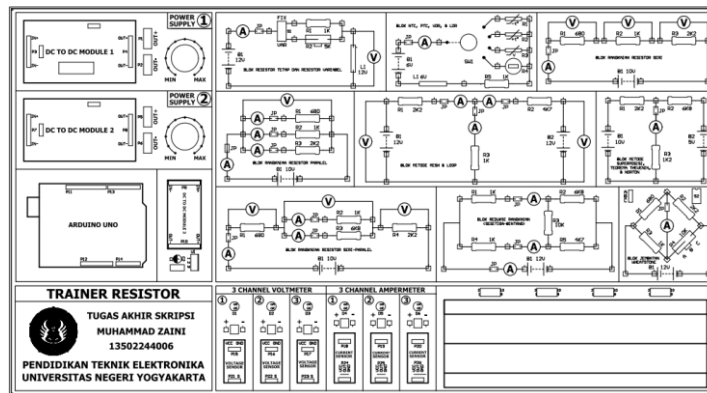


Gambar 75. Skematik Rangkaian Indikator Sensor

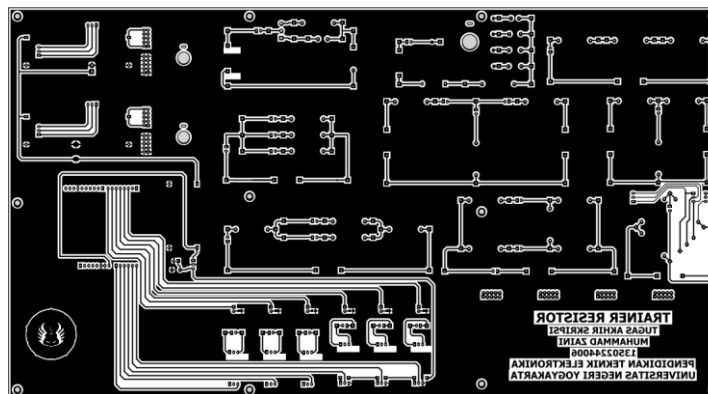
15. Trainer resistor

Semua skematik rangkaian yang sudah dirancang dan direalisasikan sebelumnya dibangun menjadi satu-kesatuan trainer resistor. Berikut merupakan desain keseluruhan *top overlay* dan *bottom layer* trainer resistor

dapat dilihat pada Gambar 76 dan Gambar 77. Sedangkan realisasi keseluruhan trainer resistor dapat dilihat pada Gambar 78.



Gambar 76. Desain Keseluruhan *Top Overlay* Trainer Resistor



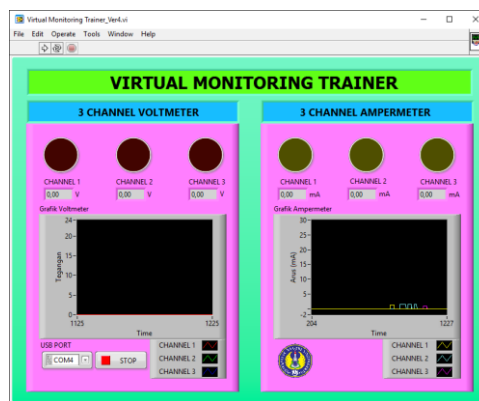
Gambar 77. Desain Keseluruhan *Bottom Layer* Trainer Resistor



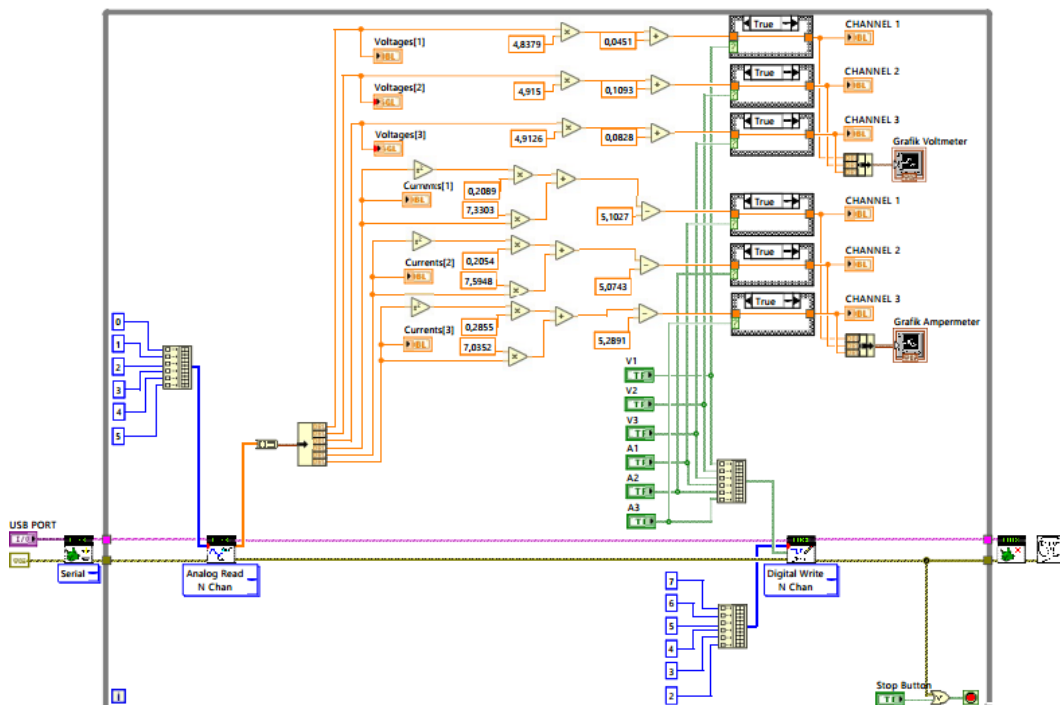
Gambar 78. Realisasi Keseluruhan Trainer Resistor

b. Perangkat Lunak (*Virtual Monitoring Trainer*)

Desain *front panel* *virtual monitoring trainer* dibuat untuk membaca tegangan dan arus yang terdapat pada trainer resistor dengan 3 *channel voltmeter* dan 3 *channel amperemeter*. Tampilan *front panel* *virtual monitoring trainer* dapat dilihat pada Gambar 79, sedangkan programnya berupa blok diagram dari LabVIEW yang dapat dilihat pada Gambar 80.



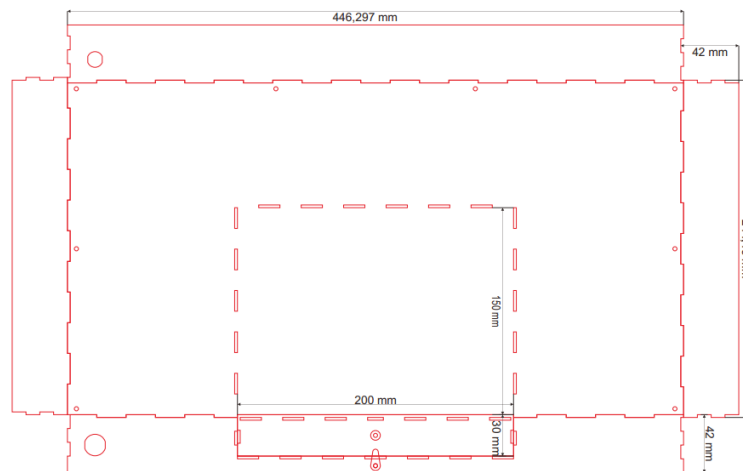
Gambar 79. Tampilan *Front Panel Virtual Monitoring Trainer*



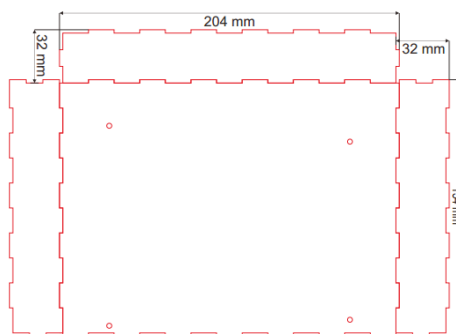
Gambar 80. Program Blok Diagram *Virtual Monitoring Trainer*

c. Boks Trainer Resistor

Desain boks trainer resistor mengikuti dimensi PCB trainer resistor dengan spesifikasi ukuran 446,297mm x 244,43mm x 40mm menggunakan bahan akrilik dengan ketebalan 2mm. Boks trainer didesain menjadi 3 bagian diantaranya boks bagian utama pada Gambar 81, boks bagian penutup laci pada Gambar 82, dan boks bagian laci pada Gambar 83. Pada bagian laci boks dilengkapi dengan pengunci *rotary*.



Gambar 81. Desain Boks Bagian Utama



Gambar 82. Desain Boks Bagian Penutup Laci



Gambar 83. Desain Boks Bagian Laci

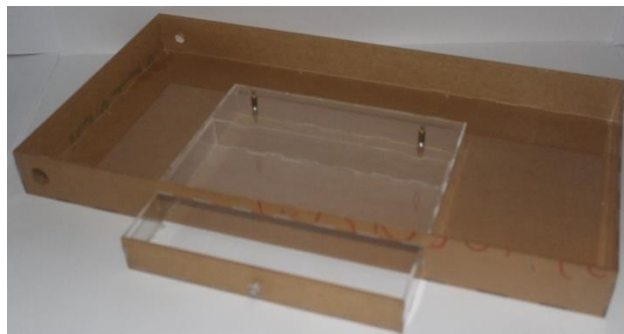
Hasil realisasi desain boks trainer resistor yang telah dilengkapi dengan *jack* DC, saklar *power* dan laci untuk menyimpan kabel-kabel diantaranya dapat dilihat pada Gambar 84, Gambar 85 dan Gambar 86.



Gambar 84. Realisasi Boks Bagian Utama



Gambar 85. Realisasi Boks Bagian Laci



Gambar 86. Realisasi Boks Keseluruhan

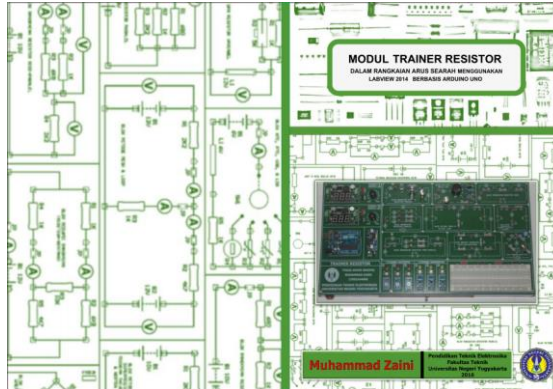
d. Modul Trainer Resistor

Modul trainer resistor merupakan media pembelajaran berupa media cetak yang mendukung dalam penggunaan trainer resistor yang terdiri dari beberapa item yaitu:

1. Pendahuluan
2. Perangkat Keras (Trainer Resistor)
3. Perangkat Lunak (*Virtual Monitoring Trainer*)
4. Materi Pelajaran (Topik)
5. Panduan Praktikum
6. Latihan

Pada panduan praktikum modul trainer terdapat 9 blok percobaan resistor antara lain:

1. Blok resistor tetap dan esistor variabel
2. Blok NTC, PTC, VDR, dan LDR
3. Blok rangkaian resistor seri
4. Blok rangkaian resistor paralel
5. Blok rangkaian seristor seri-paralel
6. Blok jembatan *wheatstone*
7. Blok metode *mesh* dan *loop*
8. Blok reduksi rangkaian (segitiga-bintang)
9. Blok metode superposisi, teorema *thevenin*, dan *norton*



Gambar 87. Desain Sampul Modul Trainer

2. Pengujian Rangkaian

Pengujian rangkaian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah kinerja produk sudah sesuai rancangan atau belum. Pengujian dilakukan dengan cara menguji setiap blok trainer resistor. Berikut hasil dari pengujian trainer resistor dalam rangkaian arus searah.

a. Pengujian *Power Supply*

Power supply terdiri dari 2 buah *DC to DC module* yang disuplai oleh *power supply switching 24V/2A*. Terdapat indikator tegangan keluaran berupa 3 buah *seven segment* yang terintegrasi dengan *DC to DC module*. Berikut pada Tabel 12 adalah hasil pengujian rangkaian *power supply* dengan menggunakan *voltmeter*.

Tabel 12. Hasil Pengukuran *Power Supply*

Titik Pengukuran	Tegangan Output (V)	
	Tegangan Min	Tegangan Max
Power Supply 1	1,24	23,11
Power Supply 2	1,23	23,11

b. Pengujian *Interface Arduino UNO dan Sensor*

Pada Tabel 13 menunjukkan hasil pengujian tegangan arduino dan sensor yang disuplai oleh *DC to DC module* dan IC7805 (*power supply 3*) dengan menggunakan *voltmeter*.

Tabel 13. Hasil Pengukuran *Power Supply* Arduino UNO dan Sensor

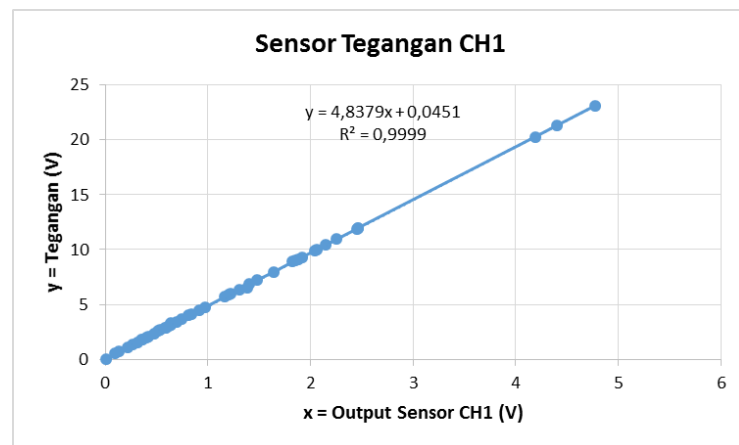
Titik Pengukuran	Tegangan (V)
Vin Arduino	12,05
Vin Sensor	5,02

Pada uji coba pengukuran tegangan dan arus menggunakan *voltmeter* dan *amperemeter* yang terhubung dengan *virtual monitoring trainer* dilakukan pengkalibrasian sensor terlebih dahulu. Pengkalibrasian sensor tegangan dan sensor arus dengan cara mempraktikkan semua percobaan yang terdapat pada modul trainer, hal ini bertujuan untuk mendapatkan hasil pengukuran tegangan dan arus yang presisi.

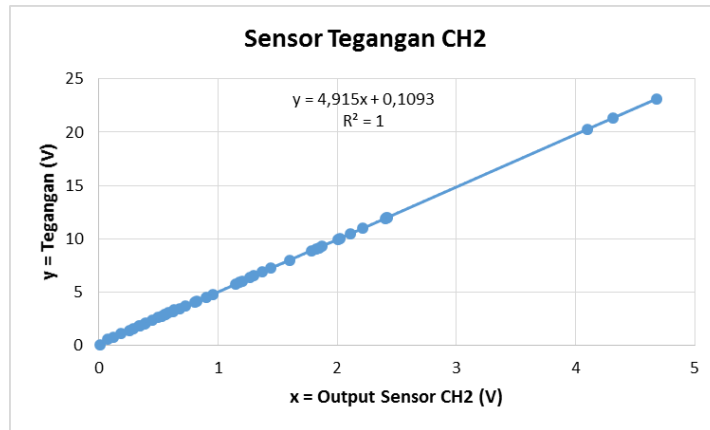
Hasil pengukuran tegangan keluaran untuk pengkalibrasian sensor tegangan dapat dilihat pada Tabel 14. Berdasarkan tabel tersebut, setiap *channel* diinterpretasikan ke dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 88, Gambar 89, dan Gambar 90.

Tabel 14. Hasil Pengukuran Sensor Tegangan.

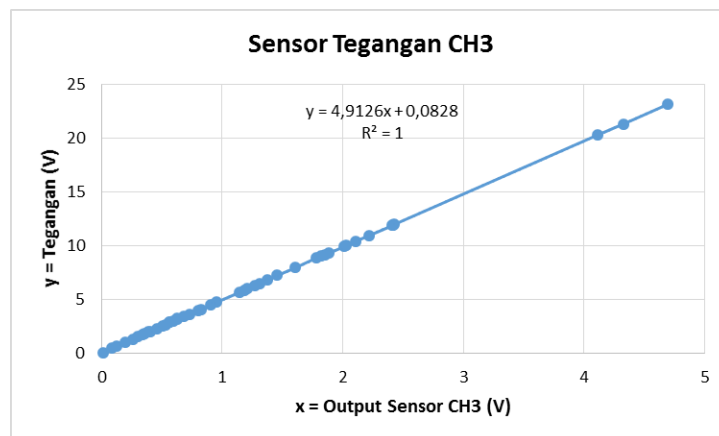
No	CH1 Vout (V)	CH2 Vout (V)	CH3 Vout (V)	INPUT Vreal (V)	No	CH1 Vout (V)	CH2 Vout (V)	CH3 Vout (V)	INPUT Vreal (V)
1	0,01	0,01	0,01	0,0345	24	0,972	0,952	0,952	4,75
2	0,098	0,073	0,083	0,505	25	1,167	1,143	1,147	5,7
3	0,132	0,117	0,122	0,684	26	1,206	1,182	1,187	5,89
4	0,22	0,186	0,2	1,071	27	1,226	1,201	1,206	6
5	0,269	0,254	0,259	1,352	28	1,304	1,27	1,274	6,34
6	0,317	0,288	0,298	1,558	29	1,388	1,299	1,309	6,5
7	0,356	0,332	0,342	1,763	30	1,406	1,372	1,377	6,85
8	0,366	0,342	0,352	1,815	31	1,484	1,445	1,455	7,25
9	0,4	0,381	0,386	1,985	32	1,641	1,597	1,606	7,97
10	0,42	0,391	0,4	2,064	33	1,826	1,782	1,782	8,89
11	0,474	0,449	0,459	2,332	34	1,855	1,821	1,821	9,03
12	0,518	0,498	0,503	2,558	35	1,88	1,846	1,851	9,15
13	0,537	0,527	0,532	2,67	36	1,919	1,875	1,885	9,32
14	0,586	0,552	0,562	2,874	37	2,046	2,007	2,012	9,94
15	0,591	0,557	0,566	2,888	38	2,061	2,021	2,026	10,02
16	0,615	0,581	0,591	3,009	39	2,148	2,109	2,109	10,45
17	0,635	0,625	0,625	3,153	40	2,256	2,212	2,217	10,96
18	0,637	0,627	0,627	3,316	41	2,451	2,402	2,412	11,9
19	0,698	0,679	0,684	3,436	42	2,461	2,412	2,417	11,96
20	0,742	0,728	0,728	3,657	43	2,466	2,422	2,427	12
21	0,815	0,801	0,801	4,01	44	4,189	4,102	4,111	20,3
22	0,84	0,82	0,825	4,11	45	4,399	4,312	4,326	21,33
23	0,918	0,898	0,903	4,5	46	4,775	4,683	4,692	23,15



Gambar 88. Grafik Hasil Pengukuran Sensor Tegangan *Channel* 1



Gambar 89. Grafik Hasil Pengukuran Sensor Tegangan *Channel* 2

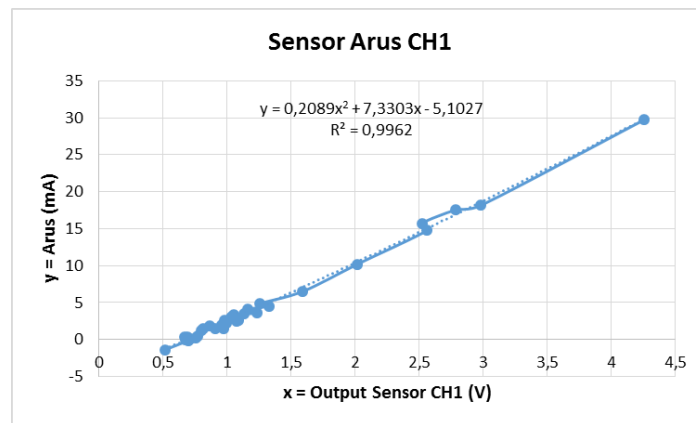


Gambar 90. Grafik Hasil Pengukuran Sensor Tegangan *Channel* 3

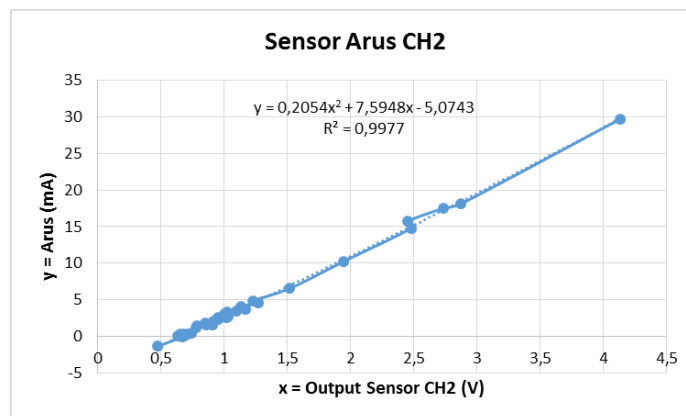
Sedangkan hasil pengukuran tegangan keluaran untuk pengkalibrasian sensor arus dapat dilihat pada Tabel 15. Berdasarkan tabel tersebut, setiap *channel* diinterpretasikan ke dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 91, Gambar 92, dan Gambar 93.

Tabel 15. Hasil Pengukuran Sensor Arus

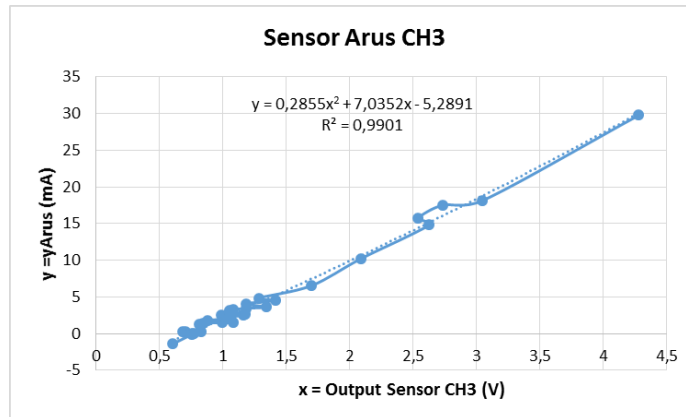
NO	CH1	CH2	CH3	INPUT	NO	CH1	CH2	CH3	INPUT
	Vout (V)	Vout (V)	Vout (V)	Ireal(mA)		Vout (V)	Vout (V)	Vout (V)	Ireal(mA)
1	0,513	0,474	0,605	-1,4	18	1,089	1,035	1,177	2,63
2	0,698	0,669	0,752	-0,1	19	1,03	1,006	1,05	3,03
3	0,674	0,635	0,757	0	20	1,04	1,021	1,055	3,14
4	0,713	0,688	0,767	0,04	21	1,055	1,025	1,084	3,3
5	0,757	0,718	0,825	0,24	22	1,133	1,099	1,182	3,46
6	0,669	0,654	0,703	0,32	23	1,235	1,172	1,343	3,64
7	0,688	0,684	0,684	0,33	24	1,162	1,133	1,182	4,08
8	0,771	0,742	0,82	0,45	25	1,328	1,27	1,411	4,55
9	0,796	0,781	0,815	1,23	26	1,255	1,226	1,284	4,85
10	0,811	0,786	0,845	1,44	27	1,592	1,519	1,694	6,53
11	0,908	0,859	0,991	1,5	28	2,017	1,943	2,085	10,2
12	0,972	0,913	1,084	1,53	29	2,563	2,48	2,622	14,8
13	0,864	0,85	0,879	1,81	30	2,52	2,451	2,539	15,71
14	0,962	0,918	1,04	2,03	31	2,783	2,739	2,734	17,55
15	0,996	0,952	1,06	2,28	32	2,979	2,876	3,047	18,15
16	1,074	1,021	1,162	2,54	33	4,258	4,136	4,277	29,76
17	0,977	0,957	0,99	2,59	-	-	-	-	-



Gambar 91. Grafik Hasil Pengukuran Sensor Arus *Channel 1*



Gambar 92. Grafik Hasil Pengukuran Sensor Arus *Channel 2*



Gambar 93. Grafik Hasil Pengukuran Sensor Arus *Channel 3*

Berdasarkan grafik hasil pengukuran sensor tegangan dan sensor arus pada masing-masing *channel*, dapat ditampilkan persamaan regresinya (hubungan antara x dan y atau hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat) yang digunakan sebagai rumus *voltmeter* dan *amperemeter* untuk mengkonversi nilai pembacaan tegangan ADC Arduino UNO menjadi level tegangan dan arus yang sebenarnya. Sedangkan R^2 menunjukkan koefisien korelasi, semakin nilainya mendekati 1 artinya korelasi semakin baik. Blok rangkaian resistor seri-paralel menjadi sasaran uji coba *voltmeter* dan *amperemeter* dengan hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Hasil Pengukuran *Voltmeter* dan *Ampermeter*

Voltmeter	Titik Pengukuran	Tegangan (V)
Channel 1	V R_1	1,82
Channel 2	V $R_2 // R_3$	2,32
Channel 3	V R_4	5,68
Ampermeter	Titik Pengukuran	Arus (mA)
Channel 1	I R_1 & R_4	4,66
Channel 2	I R_2	2,19
Channel 3	I R_3	0,64

c. Pengujian Blok Resistor Tetap dan Resistor Variabel

Hasil pengujian tegangan dan arus pada blok rangkaian resistor tetap dan resistor variabel dengan menggunakan *voltmeter* dapat dilihat pada Tabel 17 dan Tabel 18.

Tabel 17. Hasil Pengukuran Resistor Tetap

Titik Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	12,02	-
R1	6,52	6,55
L1	5,50	6,55

Tabel 18. Hasil Pengukuran Resistor Variabel

Titik Pengukuran	R2 (min)		R2 (max)	
	Tegangan (V)	Arus (mA)	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	11,98	-	12,03	-
R2	11,95	18,30	9,32	1,56
L1	0,033	18,30	2,70	1,56

d. Pengujian Blok NTC, PTC, VDR, dan LDR

Hasil pengujian tegangan dan arus pada blok NTC, PTC, VDR, dan LDR dengan menggunakan *voltmeter* dapat dilihat pada Tabel 19, Tabel 20, Tabel 21, dan Tabel 22.

Tabel 19. Hasil Pengukuran NTC

Titik Pengukuran	Keadaan Normal			Keadaan Panas		
	Hambatan (Ohm)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Hambatan (Ohm)	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	-	6,06	-	-	6,06	-
NTC	955	3,44	3,52	264	2,41	8,61
L1	-	2,61	3,52	-	3,65	8,61

Tabel 20. Hasil Pengukuran PTC

Titik Pengukuran	Keadaan Normal			Keadaan Panas		
	Hambatan (Ohm)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Hambatan (Ohm)	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	-	6,06	-	-	6,06	-
PTC	47	0,72	15,42	232	2,10	5,49
L1	-	5,32	15,42	-	3,95	5,49

Tabel 21. Hasil Pengukuran VDR

Titik Pengukuran	Keadaan Normal		Keadaan Dipengaruhi	
	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	6,03	-	23,05	-
VDR	6,60	0	21,32	0,04
L1	-0,41	0	1,71	0,04

Tabel 22. Hasil Pengukuran LDR

Titik Pengukuran	Keadaan Normal			Keadaan Gelap		
	Hambatan (Ohm)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Hambatan (Ohm)	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	-	6,01	-	-	6,01	-
LDR	6,72K	4,17	0,45	3,4M	5,51	0,09
L1	-	1,84	0,45	-	0,39	0,09

e. Pengujian Blok Rangkaian Resistor Seri

Hasil pengujian tegangan dan arus pada blok rangkaian resistor seri dengan menggunakan *voltmeter* dapat dilihat pada Tabel 23.

Tabel 23. Hasil Pengukuran Blok Rangkaian Resistor Seri

Titik Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	10,14	-
R1	1,78	2,57
R2	2,58	2,57
R3	5,77	2,57

f. Pengujian Blok Rangkaian Resistor Paralel

Hasil pengujian tegangan dan arus pada blok rangkaian resistor seri dengan menggunakan *voltmeter* dapat dilihat pada Tabel 24.

Tabel 24. Hasil Pengukuran Blok Rangkaian Resistor Paralel

Titik Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	10,07	-
R1	10,07	14,90
R2	10,07	10,27
R3	10,07	4,59

g. Pengujian Blok Rangkaian Resistor Seri-Paralel

Hasil pengujian tegangan dan arus pada blok rangkaian resistor seri-paralel dengan menggunakan *voltmeter* dapat dilihat pada Tabel 25.

Tabel 25. Hasil Pengukuran Blok Rangkaian Resistor Seri-Paralel

Titik Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	10,09	-
R1	1,82	2,63
R2	2,34	2,29
R3	2,34	0,25
R4	5,92	2,63

h. Pengujian Blok Jembatan *Wheatstone*

Hasil pengujian tegangan dan arus pada blok jembatan *wheatstone* dengan menggunakan *voltmeter* dapat dilihat pada Tabel 26.

Tabel 26. Hasil Pengukuran Blok Jembatan *Wheatstone*

Titik Pengukuran	R4 (min)	R4 (max)
	Tegangan (V)	Tegangan (V)
B1	12,06	12,06
R1	11,89	2,22
R2	0,074	9,83
R3	11,89	2,22
R4	0,074	9,83
Titik Pengukuran	Arus (mA)	Arus (mA)
I (A)	17,52	-1,39

i. Pengujian Blok Metode *Mesh* dan *Loop*

Hasil pengujian tegangan dan arus pada blok metode *mesh* dan *loop* dengan menggunakan *voltmeter* dapat dilihat pada Tabel 27.

Tabel 27. Hasil Pengukuran Blok Metode *Mesh* dan *Loop*

Titik Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	12,07	-
B2	12,10	-
R1	7,27	3,31
R2	7,29	1,46
R3	4,80	4,88

j. Pengujian Blok Reduksi Rangkaian (Segitiga-Bintang)

Hasil pengujian tegangan dan arus pada blok reduksi rangkaian (segitiga-bintang) dengan menggunakan *voltmeter* dapat dilihat pada Tabel 28.

Tabel 28. Hasil Pengukuran Blok Reduksi Rangkaian

Titik Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	12,08	-
R1	1,56	1,51
R2	10,53	-
R3	0,50	-
R4	2,07	2,04
R5	10	-

k. Pengujian Blok Metode Superposisi, Teorema *Thevenin*, dan *Norton*

Hasil pengujian tegangan dan arus pada blok metode superposisi, *teorema thevenin*, dan *norton* dengan menggunakan *voltmeter* dapat dilihat pada Tabel 29.

Tabel 29. Hasil Pengukuran Blok Metode *Superposisi*, *Teorema Thevenin*, dan *Norton*

Titik Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	5,00	-
B2	10,01	-
R1	6,35	-
R2	1,34	-
R3	3,65	3,02

3. Uji Coba Produk

Uji coba produk dengan melakukan pengujian tingkat validitas penggunaan trainer resistor yang diukur menggunakan uji validasi. Tahap pengujian meliputi uji validasi isi (*validity content*) oleh ahli materi dan uji validasi konstruk (*validity construct*) oleh ahli media. Ahli materi adalah seorang yang memahami materi pembelajaran teknik listrik, sedangkan ahli media merupakan seorang yang ahli dalam media pembelajaran. Para ahli yang melakukan pengujian adalah dosen dan guru dari SMK Negeri 2 Yogyakarta.

Untuk mendapatkan validasi dari para ahli, terlebih dahulu dilakukan demo unjuk kerja trainer resistor, *virtual monitoring trainer* dan modul trainer. Selanjutnya para ahli mengisi angket tingkat kelayakan trainer resistor. Dalam angket tersebut para ahli dapat memberikan saran atau masukan untuk perbaikan pada trainer resistor .

a. Hasil Uji Validasi Isi (*Validity Content*)

Hasil uji validasi isi berupa tanggapan ahli materi terhadap materi pembelajaran sesuai dengan angket untuk validasi materi pembelajaran, penilaian ditinjau dari dua aspek yaitu aspek kualitas isi dan tujuan serta aspek kualitas instruksional. Data penilaian ahli materi pembelajaran disajikan dalam Tabel 30.

Tabel 30. Data Hasil Uji Validasi Materi Pembelajaran

No	Aspek Penilaian	Nomor Butir	Skor Mak	Skor Ahli 1	Skor Ahli 2	Rerata Skor
1	Kualitas isi dan tujuan	1	4	4	4	4
		2	4	3	3	3
		3	4	4	3	3,5
		4	4	4	4	4
		5	4	3	3	3
		6	4	4	4	4
		7	4	4	3	3,5
		8	4	3	3	3
		9	4	3	4	3,5
		10	4	3	3	3
		11	4	3	3	3
		12	4	3	3	3
		13	4	4	3	3,5
		14	4	3	4	3,5
		15	4	3	3	3
		16	4	3	3	3
		17	4	3	4	3,5
		18	4	3	3	3
		19	4	4	4	4
		20	4	4	3	3,5
		21	4	3	4	3,5
		22	4	4	3	3,5
	Jumlah			88	75	74
2	Kualitas instruksional	23	4	4	3	3,5
		24	4	3	3	3
		25	4	3	4	3,5
		26	4	3	3	3
		27	4	4	3	3,5
	28	4	3	3	3	
	Jumlah			24	20	19

Setelah memperoleh data dari ahli materi maka selanjutnya adalah melakukan perhitungan untuk mencari nilai persentase kelayakan trainer resistor dilihat dari uji validasi isi (*content validity*). Perhitungan persentase adalah sebagai berikut:

1. Mencari Rerata Skor

Perhitungan rerata skor dapat di hitung dengan rumus berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{75}{22} = 3,41$$

2. Mencari Persentase

Untuk mendapatkan nilai kelayakan dapat menggunakan rumus berikut:

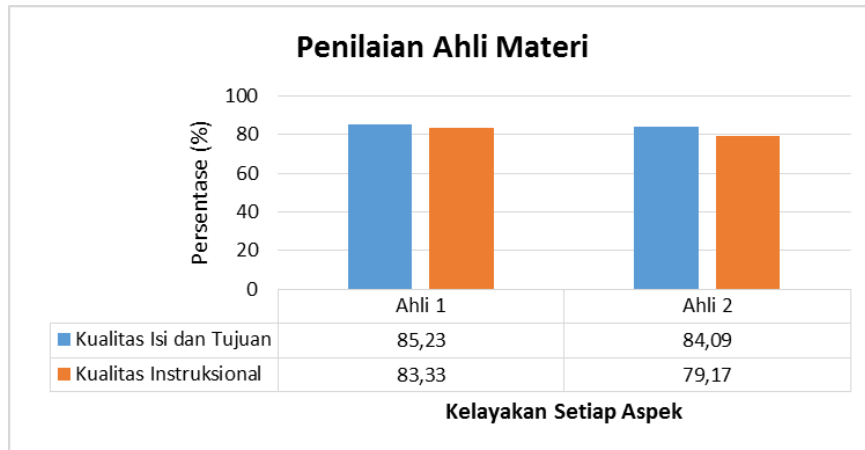
$$Kelayakan \% = \frac{Skor\ kenyataan}{Skor\ diharapkan} \times 100\%$$

$$Kelayakan \% = \frac{75}{88} \times 100\% = 85,23\%$$

Tabel 31. Persentase Hasil Uji Validasi Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	Rerata Skor	Σ Hasil Skor	Σ Skor Mak	Persentase (%)
Ahli 1					
1	Kualitas isi dan tujuan	3,41	75	88	85,23
2	Kualitas instruksional	3,33	20	24	83,33
Persentase Rerata Ahli 1					84,28
Ahli 2					
1	Kualitas isi dan tujuan	3,36	74	88	84,09
2	Kualitas instruksional	3,17	19	24	79,17
Persentase Rerata Ahli 1					81,63

Berdasarkan Tabel 31 di atas maka persentase kelayakan dari ahli materi ditinjau dari kualitas isi dan tujuan serta kualitas instruksional dalam diagram batang dapat dilihat pada Gambar 94.



Gambar 94. Diagram Batang Persentase Kualitas Isi dan Tujuan dan Kualitas Instruksional Per Ahli Materi

Berdasarkan Gambar 94 dapat diperoleh data kelayakan ditinjau dari aspek kualitas isi dan tujuan yang didapat dari dua ahli materi, yaitu memperoleh 85,23% dan 84,09%. Sehingga rata-rata kualitas isi dan tujuan adalah 84,66%. Sedangkan dilihat dari aspek kualitas instruksional yang juga diambil pada dua ahli materi diperoleh data 83,33% dan 79,17%. Sehingga rata-rata kualitas instruksional adalah 81,25%.

Perolehan kedua aspek yang dinilai secara keseluruhan oleh ahli materi pada trainer resistor adalah 82,95%. Melihat perolehan nilai total yang di dapat dari ahli materi, maka trainer resistor ini dapat di kategorikan **sangat layak** untuk digunakan sebagai media pembelajaran teknik listrik khusus resistor di SMK Negeri 2 Yogyakarta.

b. Hasil Uji Validasi Konstrak (*Validity Construct*)

Hasil uji validasi ini berupa tanggapan ahli media terhadap trainer resistor sesuai dengan anget untuk validasi media pembelajaran, penilaian ditinjau dari dua aspek yaitu aspek kualitas teknis dan aspek kualitas instruksional. Data penilaian ahli media pembelajaran disajikan dalam Tabel 32.

Tabel 32. Data Hasil Uji Validasi Media Pembelajaran

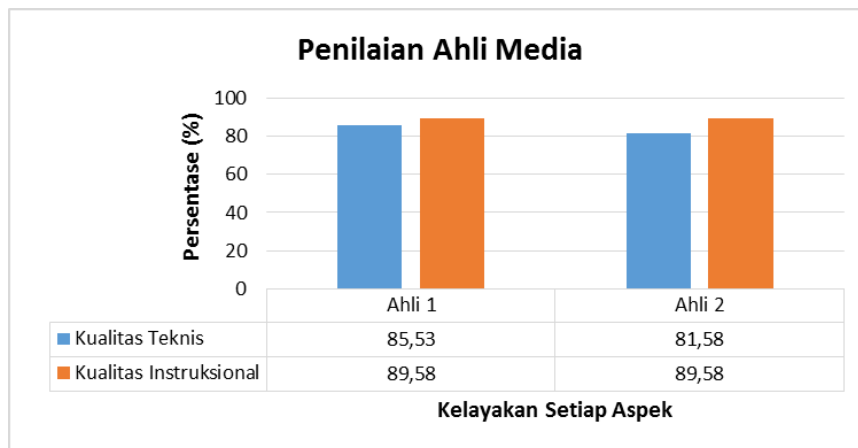
No	Aspek Penilaian	Nomor Butir	Skor Mak	Skor Ahli 1	Skor Ahli 2	Rerata Skor
1	Kualitas teknis	1	4	4	3	3,5
		2	4	4	3	3,5
		3	4	3	3	3
		4	4	3	3	3
		5	4	3	3	3
		6	4	3	3	3
		7	4	4	4	4
		8	4	4	4	4
		9	4	4	3	3,5
		10	4	3	3	3
		11	4	3	4	3,5
		12	4	3	4	3,5
		13	4	3	3	3
		14	4	3	3	3
		15	4	3	3	3
		16	4	3	3	3
		17	4	4	3	3,5
		18	4	4	4	4
		19	4	4	3	3,5
	Jumlah		76	65	62	63,5
2	Kualitas instruksional	20	4	4	4	4
		21	4	3	4	3,5
		22	4	4	4	4
		23	4	4	3	3,5
		24	4	4	4	4
		25	4	3	4	3,5
		26	4	3	3	3
		27	4	3	3	3
		28	4	3	4	3,5
		29	4	4	4	4
		30	4	4	3	3,5
		31	4	4	3	3,5
	Jumlah		48	43	43	43

Setelah memperoleh data dari ahli media maka selanjutnya adalah melakukan perhitungan untuk mencari nilai persentase kelayakan trainer resistor dilihat dari uji validasi konstruk (*construct validity*). Dengan cara perhitungan yang sama seperti pada validasi isi, persentase perolehan data ahli media dapat dilihat pada Tabel 33.

Tabel 33. Persentase Hasil Uji Validasi Ahli Media

No	Aspek Penilaian	Rerata Skor	Σ Hasil Skor	Σ Skor Mak	Persentase (%)
Ahli 1					
1	Kualitas teknis	3,42	65	76	85,53
2	Kualitas instruksional	3,58	43	48	89,58
Persentase Rerata Ahli 1					87,55
Ahli 2					
1	Kualitas teknis	3,26	62	76	81,58
2	Kualitas instruksional	3,58	43	48	89,58
Persentase Rerata Ahli 1					85,58

Berdasarkan Tabel 33 di atas maka persentase kelayakan dari ahli media ditinjau dari kualitas teknis dan kualitas instruksional dapat digambarkan dalam diagram batang sebagai berikut.



Gambar 95. Diagram Batang Persentase Kualitas Teknis dan Kualitas Instruksional Per Ahli Media

Berdasarkan Gambar 95 dapat diperoleh data kelayakan ditinjau dari aspek kualitas teknis yang didapat dari dua ahli media, yaitu memperoleh 85,53% dan 81,58%. Sehingga rata-rata kualitas teknis adalah 83,55%. Sedangkan dilihat dari aspek kualitas instruksional yang juga diambil pada dua ahli media diperoleh data 89,58% dan 89,58%. Sehingga rata-rata kualitas instruksional adalah 89,58 %.

Perolehan kedua aspek yang dinilai secara keseluruhan oleh ahli media pada trainer resistor adalah 86,57%. Melihat perolehan nilai total yang di dapat dari ahli media, maka trainer resistor ini dapat di kategorikan **sangat layak** untuk digunakan sebagai media pembelajaran teknik listrik khusus resistor di SMK Negeri 2 Yogyakarta.

4. Revisi Produk 1

Berdasarkan hasil validasi kepada ahli materi dan ahli media tidak ada revisi atau perbaikan terhadap trainer resistor dalam rangkaian arus searah. Maka dapat disimpulkan bahwa trainer resistor sudah layak untuk digunakan.

5. Uji Coba Pemakaian

Uji coba pemakaian dilakukan oleh siswa kelas X paket keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 2 Yogyakarta. Jumlah siswa yang mengikuti uji coba ini adalah sebanyak 64 siswa. Proses uji coba dilakukan dengan menyuruh siswa untuk menggunakan trainer resistor ini. Kegiatan yang dilakukan adalah melakukan percobaan sesuai petunjuk yang ada di dalam modul trainer.

a. Uji Validitas Instrumen

Angket instrumen yang telah divalidasi oleh para ahli, selanjutnya dilakukan uji validitas per butir item instrumen oleh siswa. Instrumen penilaian ditinjau dari tiga aspek yaitu aspek kualitas isi dan tujuan, kualitas teknis dan kualitas instruksional yang diambil dari angket instrumen ahli materi dan ahli media disesuaikan dengan kondisi siswa. Tabel 34 merupakan hasil uji validitas instrumen untuk butir ke-1.

Tabel 34. Data Hasil Uji Validitas untuk Butir 1

Responden	X	Y	XY	X ²	Y ²
1	4	102	408	16	10404
2	4	100	400	16	10000
3	4	106	424	16	11236
4	3	87	261	9	7569
5	4	109	436	16	11881
6	4	98	392	16	9604
7	4	113	452	16	12769
8	4	108	432	16	11664
9	4	105	420	16	11025
10	3	99	297	9	9801
11	4	88	352	16	7744
12	3	95	285	9	9025
13	3	94	282	9	8836
14	3	89	267	9	7921
15	4	116	464	16	13456
16	4	95	380	16	9025
17	3	102	306	9	10404
18	4	96	384	16	9216
19	4	100	400	16	10000
20	4	104	416	16	10816
21	3	93	279	9	8649
22	4	105	420	16	11025
23	3	94	282	9	8836
24	4	103	412	16	10609
25	4	106	424	16	11236
26	3	88	264	9	7744
27	3	108	324	9	11664
28	4	116	464	16	13456
29	4	105	420	16	11025
30	3	107	321	9	11449
Σ	109	3031	11068	403	308089

Dari Tabel 34 di atas dapat diambil nilai sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \Sigma X &= 109 & \Sigma X^2 &= 403 & \Sigma XY &= 11068 \\
 \Sigma Y &= 3031 & \Sigma Y^2 &= 308089
 \end{aligned}$$

Selanjutnya untuk mengetahui setiap butir Instrumen valid atau tidak dapat diketahui dengan cara mengkorelasikan antara skor butir (X) dan skor total (Y) berikut perhitungannya:

$$r_{xy} = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{\{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2\} \{n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2\}}}$$

$$r_{xy} = \frac{30 \times 11068 - 109 \times 3031}{\sqrt{\{30 \times 403 - (109)^2\}\{30 \times 308089 - (3031)^2\}}} = 0,487$$

Kriteria yang digunakan untuk uji keabsahan butir jika r_{hitung} lebih dari sama dengan r_{tabel} , maka butir instrumen dianggap Valid. Untuk menguji butir instrumen diambil secara acak sebanyak 30 siswa dari total keseluruhan sebesar 64 siswa. Dari data r_{tabel} (tabel terlampir) maka didapat nilai r_{tabel} dengan taraf signifikan 5% sebesar 0,361. Dari hasil perhitungan diatas nilai r_{hitung} adalah 0,487 ($0,487 \geq 0,361$) maka butir 1 dinyatakan valid. Tabel 35 merupakan hasil perhitungan tiap butir instrumen dengan perhitung butir sama seperti diatas.

Tabel 35. Hasil Perhitungan Validitas Butir Instrumen

Butir	R Hitung	R Tabel	Keterangan	Butir	R Hitung	R Tabel	Keterangan
1	0,487	0,361	Valid	16	0,480	0,361	Valid
2	0,709	0,361	Valid	17	0,609	0,361	Valid
3	0,396	0,361	Valid	18	0,655	0,361	Valid
4	0,369	0,361	Valid	19	0,501	0,361	Valid
5	0,538	0,361	Valid	20	0,627	0,361	Valid
6	0,620	0,361	Valid	21	0,470	0,361	Valid
7	0,478	0,361	Valid	22	0,412	0,361	Valid
8	0,496	0,361	Valid	23	0,662	0,361	Valid
9	0,444	0,361	Valid	24	0,602	0,361	Valid
10	0,419	0,361	Valid	25	0,557	0,361	Valid
11	0,596	0,361	Valid	26	0,408	0,361	Valid
12	0,597	0,361	Valid	27	0,507	0,361	Valid
13	0,706	0,361	Valid	28	0,483	0,361	Valid
14	0,636	0,361	Valid	29	0,640	0,361	Valid
15	0,574	0,361	Valid	-	-	-	-

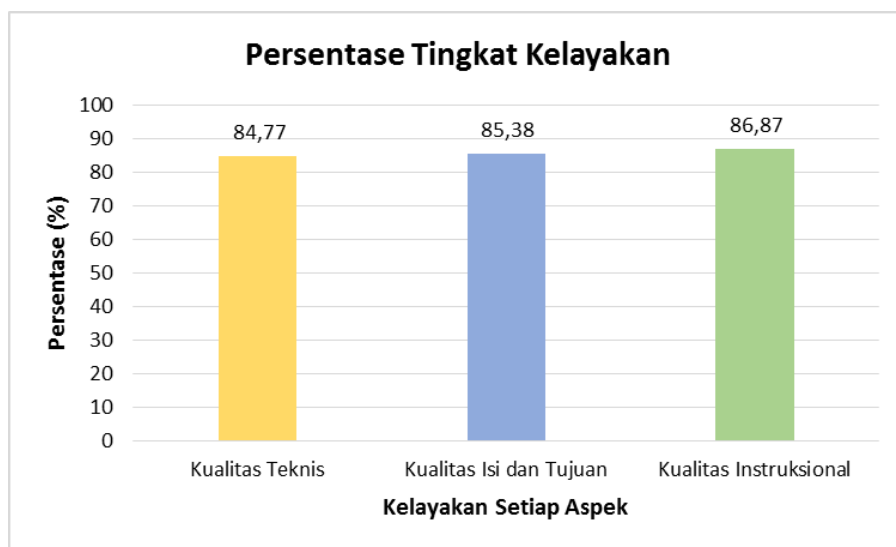
b. Uji Reabilitas Instrumen

Pengujian reliabilitas menggunakan rumus *alpha cronbach* diperoleh nilai koefisien sebesar 0,805 (sangat tinggi), yang menunjukkan bahwa instrumen uji coba pemakaian produk reliabel (dapat dipercaya).

$$r_{11} = \left(\frac{k}{(k-1)} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_t^2}{\sigma_t^2} \right) \rightarrow r_{11} = \left(\frac{29}{(29-1)} \right) \left(1 - \frac{13,788}{61,899} \right) = 0,805$$

c. Hasil Uji Pemakaian

Kegiatan uji pemakaian dilakukan oleh siswa dengan cara mempraktikkan percobaan sesuai petunjuk yang ada pada modul trainer. Instrumen yang digunakan untuk mengevaluasi trainer resistor menggunakan instrumen yang telah dinyatakan valid dan reliabel. Penilaian trainer resistor ditinjau dari 3 aspek yaitu kualitas teknis, kualitas isi dan tujuan serta kualitas instruksional yang dapat dilihat pada Lampiran 24. Berdasarkan lampiran tersebut, aspek kualitas teknis diperoleh persentase 84,79% dengan kategori sangat layak, aspek kualitas isi dan tujuan diperoleh persentase 85,38% dengan kategori sangat layak, dan aspek kualitas instruksional diperoleh persentase 86,87% dengan kategori sangat layak. Persentase kelayakan digambarkan dalam diagram batang sebagai berikut.



Gambar 96. Persentase Kelayakan Tiap Aspek

Sedangkan nilai rata-rata dan persentase kelayakan ditinjau dari tiap siswa dapat dilihat pada Lampiran 25. Berdasarkan lampiran tersebut, diperoleh hasil persentase uji pemakaian trainer resistor dengan nilai rata-rata 85,51%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa trainer resistor ini **Sangat Layak**

digunakan sebagai media pembelajaran di kelas X paket keahlian Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta.

6. Revisi Produk 2

Pelaksanaan uji coba penggunaan trainer resistor oleh siswa kelas X paket keahlian Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta tidak ada perubahan terhadap produk, baik trainer resistor, *virtual monitoring trainer* ataupun modul trainer. Dengan demikian trainer resistor ini layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran di kelas X paket keahlian Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta.

B. Pembahasan

Pembahasan pada bagian penelitian ditujukan untuk menjawab tujuan penelitian, sesuai dengan hasil data yang telah diperoleh selama penelitian di Kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta.

1. Mengembangkan Trainer Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah Pada Mata Pelajaran Teknik Listrik Menggunakan Labview 2016 Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO Di Kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta

Media pembelajaran yang digunakan sebelumnya pada mata pelajaran Teknik Listrik terkait praktikum resistor masih menggunakan komponen yang dirakit di papan percobaan ditambah lagi belum ada *jobsheet* atau panduan praktikum yang memadai, selain itu ada beberapa praktikum yang ditiadakan karena keterbatasan komponen. Pengembangan yang dibuat berupa trainer resistor dalam rangkaian arus searah yang mengacu pada silabus teknik listrik

dalam bentuk trainer resistor yang dilengkapi dengan *virtual monitoring trainer*, dan modul trainer. Terdapat 9 blok percobaan resistor diantaranya yaitu:

1. Blok resistor tetap dan resistor variabel
2. Blok NTC, PTC, VDR, dan LDR
3. Blok rangkaian resistor seri
4. Blok rangkaian resistor paralel
5. Blok rangkaian resistor seri-paralel
6. Blok jembatan *wheatstone*
7. Blok metode *mesh* dan *loop*
8. Blok reduksi rangkaian (segitiga-bintang)
9. Blok metode superposisi, teorema *thevenin*, dan norton

Blok rangkaian yang digunakan pada percobaan resistor di atas, juga dilengkapi beberapa blok lainnya antara lain yaitu:

1. Blok rangkaian *power supply*
2. Blok rangkaian *interface* arduino uno
3. Blok rangkaian 3 *channel voltmeter* dan indikator
4. Blok rangkaian 3 *channel ampermeter* dan indikator
5. Blok papan percobaan (*breadboard*)

2. Mengetahui Kelayakan Trainer Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah Pada Mata Pelajaran Teknik Listrik Menggunakan Labview 2016 Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO Di Kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta

Tingkat kelayakan trainer resistor dalam rangkaian arus searah pada penelitian ini menggunakan instrumen yang telah dikonsultasikan kepada ahli (*Expert Judgment*). Instrumen ini selanjutnya digunakan untuk menguji tingkat validasi media. Validasi ini berupa kelayakan trainer resistor pada mata pelajaran teknik listrik. Instrumen untuk ahli materi pembelajaran, digunakan untuk mengetahui tingkat validasi isi (*content validity*), sedangkan instrumen untuk ahli media pembelajaran digunakan untuk mengetahui tingkat validasi konstruk (*construct validity*).

Tingkat validasi kelayakan media menggunakan penilaian dengan bobot 1-4. Hasil penilaian dari ahli materi pembelajaran dan ahli media pembelajaran diubah dalam bentuk persentase. Sesuai dengan kategori yang ditetapkan sebelumnya. Berikut uji validasi trainer resistor:

1. Validasi Isi (*Content Validity*)

Validasi isi diperoleh dari hasil penilaian ahli materi pembelajaran. Penilaian dilihat dalam dua aspek, yaitu aspek kualitas isi dan tujuan serta kualitas instruksional. Aspek kualitas isi dan tujuan diperoleh nilai 85,23% dan 84,09%. Rata-rata kualitas isi dan tujuan adalah 84,66%. Sedangkan dilihat dari aspek kualitas instruksional diperoleh 83,33% dan 79,17%. Rata-rata kualitas instruksional adalah 81,25%. Berdasarkan data tersebut, secara keseluruhan nilai validitas isi dari trainer resistor dalam rangkaian arus searah adalah 82,95%.

Melihat perolehan nilai total yang di dapat dari ahli materi, maka trainer resistor ini dapat di kategorikan **sangat layak** untuk digunakan sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran teknik listrik paket keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 2 Yogyakarta.

2. Validasi Konstruk (*Construct Validity*)

Validasi isi diperoleh dari hasil penilaian ahli media pembelajaran. Penilaian dilihat dalam dua aspek, yaitu aspek kualitas teknis dan kualitas instruksional. Aspek kualitas teknis diperoleh nilai 85,53% dan 81,58%. Rata-rata kualitas teknis adalah 83,55%. Sedangkan dilihat dari aspek kualitas instruksional diperoleh nilai 89,58% dan 89,58%. Rata-rata kualitas instruksional adalah 89,58%. Berdasarkan data tersebut, secara keseluruhan nilai validitas konstruk dari trainer resistor dalam rangkaian arus searah adalah 86,57%. Melihat perolehan nilai total yang di dapat dari ahli media, maka trainer resistor ini dapat di kategorikan **sangat layak** untuk digunakan sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran teknik listrik paket keahlian Teknik Audio Video di SMK Negeri 2 Yogyakarta.

3. Validasi Uji Coba Pemakaian

Tingkat validasi dari hasil uji pemakaian dan penilaian oleh siswa paket keahlian Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta, trainer resistor dalam rangkaian arus searah mendapat persentase sebesar 85,51%. Sehingga tingkat validasi trainer resistor dalam rangkaian arus searah berada pada kategori **sangat layak** digunakan sebagai media pembelajaran di SMK Negeri 2 Yogyakarta.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Kegiatan dalam penelitian pengembangan (*research and development*) di kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta, dapat disimpulkan:

1. Trainer resistor dalam rangkaian arus searah pada mata pelajaran teknik listrik menggunakan *LabVIEW* 2016 berbasis mikrokontroler *arduino UNO* telah dapat dikembangkan pada 9 blok percobaan resistor antara lain: (1) blok resistor tetap dan resistor variabel, (2) blok NTC termistor, PTC termistor, VDR (*voltage dependent resistor*), dan LDR (*light dependent resistor*), (3) blok rangkaian resistor seri, (4) blok rangkaian resistor paralel, (5) blok rangkaian resistor seri-paralel, (6) blok jembatan *wheatstone*, (7) blok metode *mesh* dan metode *loop*, (8) blok reduksi rangkaian (segitiga-bintang), (9) blok metode superposisi, teorema *thevenin*, dan teorema *norton*.
2. Kelayakan trainer resistor dalam rangkaian arus searah pada mata pelajaran teknik listrik menggunakan *LabVIEW* 2016 berbasis mikrokontroler *arduino UNO*, berdasarkan hasil uji validasi isi dan konstruk, serta uji pemakaian oleh siswa, meliputi: (1) uji validasi isi (ahli materi pembelajaran) diperoleh nilai 82,95% (sangat layak), (2) uji validasi konstruk (ahli media pembelajaran) diperoleh nilai 86,57% (sangat layak), dan (3) uji pemakaian trainer resistor oleh siswa diperoleh nilai 85,51% (sangat layak).

B. Keterbatasan Produk

Meskipun telah layak digunakan dalam pembelajaran, trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini masih memiliki beberapa keterbatasan, yaitu:

1. Trainer resistor belum memuat contoh aplikasi komponen pada rangkaian tertentu.
2. Pada rangkaian sensor tegangan dan rangkaian sensor arus masih memberikan efek pembebanan yang cukup besar terhadap rangkaian yang diukur sehingga pembacaan tegangan dan arusnya kurang presisi.
3. *Software virtual monitoring trainer* hanya bisa beroperasi minimal pada sistem operasi Windows 7 64bit.
4. Mikrokontroler masih menggunakan ADC 10bit sehingga hasil pembacaan sensor tidak bisa lebih presisi.

C. Saran

Saran yang dapat penulis berikan untuk pengembangan lebih lanjut supaya terkait trainer resistor ini adalah:

1. Trainer resistor dapat dikembangkan dengan menambahkan contoh aplikasi komponen pada rangkaian tertentu.
2. Mengembangkan rangkaian sensor tegangan dan rangkaian sensor arus dengan efek pembebanan yang sekecil mungkin terhadap rangkaian yang diukur sesuai dengan kebutuhan.
3. *Software virtual monitoring trainer* dapat dikembangkan tidak hanya menggunakan *software* LabVIEW 2016 sehingga bisa beroperasi pada sistem operasi lainnya.

4. Pengembangan selanjutnya gunakan miktokontroler minimal dengan ADC 16bit untuk meningkatkan kepresisian pembacaan sensor.

DAFTAR PUSTAKA

- Alwan Salim Junaedi. (2014). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran Teknik Listrik Di SMK Negeri 2 Yogyakarta. *Laporan Penelitian*. UNY.
- Anderson, Ronald H. (1987). *Pemilihan dan Pengembangan Media Untuk Pembelajaran*. Penerjemah: Yusufhadi Miarso, dkk. Jakarta: Rajawali.
- Anggar, Rida. (2015). *Jenis-Jenis Resistor*. Diakses dari <http://skemaku.com/jenis-jenis-resistor/>. Pada tanggal 2 Oktober, 08.42 WIB.
- Anggar, Rida. (2015). *Kode Warna Resistor dan Cara Membacanya*. Diakses dari <http://skemaku.com/kode-warna-resistor-dan-cara-membacanya/>. Pada tanggal 2 Oktober 2016, 09.14 WIB.
- Arduino. (2016). *Arduino & Genuino Products*. Diakses dari <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>. Pada tanggal 3 Oktober 2016, 12.27 WIB.
- Arifin, Zainal. (2014). *Evaluasi Pembelajaran Prinsip, Teknik, Prosedur*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Arsyad, Azhar. (2011). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Dahar, Ratna Wilis. (2011). *Teori Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Erlangga.
- Eka Setia Budi Santosa. (2016). Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Audio Power Amplifier OCL Dilengkapi VU Meter Dan Protektor Speaker Untuk Mata Pelajaran Perekayasaan Sistem Audio Di SMK Negeri 1 Magelang. *Laporan Penelitian*. UNY.
- Jacob, J. Michael. (1989). *Industrial Control Electronics Applications And Design*. Republic of Singapore: Simon & Schuster Asia Pte.
- Kementrian Pendidikan Nasional. (2008). *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Tentang Standar Sarana Dan Prasarana Untuk Sekolah Menengah Kejuruan/Madrasah Aliyah Kejuruan (SMK/MAK)*. Diakses dari <http://sdm.data.kemdikbud.go.id/SNP/dokumen/Permendiknas%20No%2040%20Tahun%202008.pdf>. Pada tanggal 19 September 2016, 13.27 WIB.
- Luh Astiti, I Gede Mahendra Darmawiguna, dan Gede Saindra Santyadiputra. (2016). The Development of Project Based Learning E-Module For The Subject of Computer Graphics. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan* (Vol 22, Nomor 2). Hlm. 175-183.

- Martono dan Wargiran. (2016). Developing A Learning Module of Computer Numerically Control GSK 983 Machines to Enhance Students' Learning Outcomes. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan* (Vol 22, Nomor 2). Hlm. 184-190.
- National Instrument. (2010). *Getting Started with LabVIEW*. Diakses dari <http://www.ni.com/pdf/manuals/373427j.pdf>. Pada tanggal 10 Oktober 2016, 20.21 WIB.
- Nurgiyantoro, Burhan., Gunawan, & Marzuki. (2009). *Statistik Terapan untuk Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial*. rev.ed. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Nuryake Fajaryati, Nurkhamid, Ponco Wali Pranoto, Muslikhin, dan Athika Dwi W. (2016). E-Module Development For The Subject of Measuring Instruments and Measurement in Electronics Engineering Education. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan* (Vol 22, Nomor 2). Hlm. 191-199.
- Prastowo, Andi & Wijaya, Desy. (2011). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Republik Indonesia. (1945). *Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia 1945*. Diakses dari https://portal.mahkamahkonstitusi.go.id/eLaw/mg58ufsc89hrsg/UUD_1945_Perubahan.pdf. Pada tanggal 19 September 2016, jam 09.25 WIB.
- Republik Indonesia. (2003). *Undang- Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional*. Diakses dari <http://pendis.kemenag.go.id/pai/file/dokumen/SisdiknasUUNo.20Tahun2003.pdf>. Pada tanggal 19 September 2016, 10.02 WIB.
- Republik Indonesia. (1990). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 29 Tahun 1990 Tentang Pendidikan Menengah*. Diakses dari <http://madrasah.kemenag.go.id/files/files/PP%2029%20th%201990%20tg%20Pend%20Menengah.pdf>. Pada tanggal 19 September 2016, 10.45 WIB.
- Riska Indarto. (2015). Pengembangan Trainer Mikrokontroler AT89S51 Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Pelajaran Mikrokontroler Program Keahlian Teknik Elektronika Industri Di SMK Negeri 1 Nanggulan. *Laporan Penelitian*. UNY.
- Roni Imaduddin. (2016). Media Pembelajaran Buku Interaktif Pengenalan Resistor Untuk Mata Pelajaran Teknik Listrik Di SMK Muda Patria Kalasan. *Laporan Penelitian*. UNY.
- Rumempuk, Ny. Dientje Borman. (1998). *Media Instruksional IPS*. Jakarta: P2LPTK.

- Rusman, Kurniawan, Deni, & Riyana, Cepi. (2012). *Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi Mengembangkan Profesionalitas Guru*. Jakarta: PT Rajagrafindo Persada.
- Sadiman, Arif S. et al. (2003). *Media Pendidikan Pengertian Pengembangan dan Pemanfaatannya*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.
- Schwartz, Marco & Manickum, Oliver. (2015). *Programming Arduino with LabVIEW*. Brimingham: Packt. Diakses dari <http://pdf.th7.cn/download/files/1508/Programming%20Arduino%20with%20LabVIEW.pdf>. Pada tanggal 23 Oktober 2016, 10.45 WIB.
- Siregar, Develine & Nara, Hartini. (2011). *Teori Belajar dan Pembelajaran*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Smaldino, Sharon E., Lowther, Deborah L., & Russell, James D. (2011). *Intructional Technology & Media For Learning (Teknologi Pembelajaran dan Media untuk Belajar)*. Penenerjemah: Arif Rahman. Jakarta: Kencana.
- Anderson, Ronald H. (1987). *Pemilihan dan Pengembangan Media Untuk Pembelajaran*. Penerjemah: Yusufhadi Miarso, dkk. Jakarta: Rajawali.
- Sudjana, Nana & Rivai, Ahmad. (1991). *Media Pengajaran Penggunaan dan Pemuatannya*. Bandung: CV. Sinar Baru.
- Sugiharto et al. (2013). *Psikologi Pendidikan*. Yogyakarta: UNY Press.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Syahrudin Yunus. (2016). Pengembangan Media Pembelajaran Transistor Menggunakan Trainer Transistor Pada Mata Pelajaran Elektronika Dasar Kelas X Teknik Elketronika Industri SMK Muhammadiyah Prambanan. *Laporan Penelitian*. UNY.
- Utomo, Tjipto. (1989). *Peningkatan dan Pengembangan: Manajemen Perkuliahan dan Metode Perbaikan Pendidikan*. Jakarta: Garmedia.
- Wibowo, Arief. (2011). Pengembangan Microcontroller ATMEGA8535 Learning Media mata pelajaran teknik kontrol di kelas XII program keahlian teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta tahun ajaran 2010/2011. Skripsi. UNY.
- Winkel, W.S. (2005). *Psikologi Pengajaran*. Yogyakarta: Media Abadi.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik UNY

KEPUTUSAN DEKAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
NOMOR : 180/ELK/Q-I/X2016
TENTANG
PENGANGKATAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR SKRIPSI
BAGI MAHASISWA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

- Menimbang : 1. Bahwa sehubungan dengan telah dipenuhi syarat untuk penulisan Tugas Akhir Skripsi bagi mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, perlu diangkat pembimbing.
2. Bahwa untuk keperluan dimaksud perlu ditetapkan dengan Keputusan Dekan.
- Mengingat : 1. Undang-undang Nomor 20 tahun 2003.
2. Peraturan Pemerintah RI Nomor 60 tahun 1999.
3. Keputusan Presiden RI: a. Nomor 93 tahun 1999; b. 305/M tahun 1999.
4. Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI: Nomor 274/O/1999.
5. Keputusan Mendiknas RI Nomor 003/O/2001.
6. Keputusan Rektor UNY Nomor : 1160/UN34/KP/2011.

M E M U T U S K A N

Menetapkan

Pertama : Mengangkat Pembimbing Tugas Akhir Skripsi bagi mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta sebagai berikut :

Nama Pembimbing : Dr. Priyanto, M.Kom
Bagi mahasiswa :
Nama/No.Mahasiswa : **Muhammad Zaini /13502244006**
Jurusan/Prodi : Pendidikan Teknik Elektronika / Pendidikan Teknik Elektronika
Judul Skripsi : *Pengembangan Media Pembelajaran Resisto dalam Rangkaian Arus Searah pada Mata Pelajaran Teknik Listrik Menggunakan LabVIEW 2014 Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO Di Kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta*

Kedua : Dosen pembimbing disertai tugas membimbing penulisan Tugas Akhir Skripsi sesuai dengan Pedoman Tugas Akhir Skripsi.

Ketiga : Keputusan ini berlaku sejak ditetapkan

Keempat : Segala sesuatu akan diubah dan dibetulkan sebagaimana mestinya apabila di kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam Keputusan ini.

Ditetapkan : di Yogyakarta
Pada tanggal : 12 Oktober 2016
Dekan



Dr. Wardarto, M.Pd

NIP. 19631230 198812 1 001

Tembusan Yth :

1. Wakil Dekan II, FT UNY
2. Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika
3. Kasub. Bag. Pendidikan FT UNY
4. Yang bersangkutan

Lampiran 2. Surat Ijin Penelitian Fakultas Teknik UNY



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Karangmalang, Yogyakarta 55281
Telp. (0274) 568168 psw: 276, 289, 292. (0274) 586734. Fax. (0274) 586734:
Website : <http://ft.uny.ac.id>, email : ft@uny.ac.id, teknik@uny.ac.id



Certificate No. QSC 00592

No : 1952/H34/PL/2016
Lamp : -
Hal : Ijin Penelitian

6 Desember 2016

Yth.

1. Gubernur DIY c.q. Biro Administrasi Pembangunan Setda DIY
2. Walikota Kota Yogyakarta c.q. Kepala Dinas Perijinan Kota Yogyakarta
3. Kepala Dinas Pendidikan, Pemuda, dan Olahraga Kota Yogyakarta
4. Kepala Sekolah SMK Negeri 2 Yogyakarta

Dalam rangka pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi kami mohon dengan hormat bantuan Saudara memberikan ijin untuk melaksanakan penelitian dengan judul Pengembangan Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah pada Mata Pelajaran Teknik Listrik Menggunakan Labview 2014 Berbasis Mikrokontroler Abduino Uno di Kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta, bagi Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta tersebut di bawah ini:

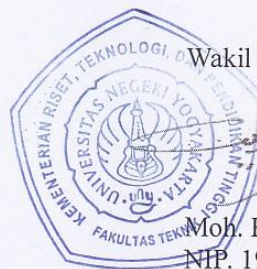
No	Nama	No. Mhs.	Program Studi	Lokasi
1.	Muhammad Zaini	13502244006	Pend. Teknik Elektronika	SMK Negeri 2 Yogyakarta

Dosen Pembimbing/Dosen Pengampu

Nama : Dr. Priyanto, M.Kom.
NIP : 19620625 198503 1 002

Adapun pelaksanaan penelitian dilakukan mulai Bulan Desember 2016 s/d Januari 2017

Demikian permohonan ini, atas bantuan dan kerjasama yang baik selama ini, kami mengucapkan terima kasih.



Wakil Dekan I,

Moh. Khairudin, Ph.D.

NIP. 19790412 200212 1 002

Tembusan :
Ketua Jurusan

Lampiran 3. Surat Ijin Penelitian Pemerintah Daerah DIY



PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
SEKRETARIAT DAERAH
Kompleks Kepatihan, Danurejan, Telepon (0274) 562811 - 562814 (Hunting)
YOGYAKARTA 55213

operator2@yahoo.com

SURAT KETERANGAN IJIN

070 /Reg / V/128/12/2016

Membaca Surat : **WAKIL DEKAN I FAKULTAS TEKNIK**

Nomor : **1952/H34/PL/2016**

Tanggal : **6 DESEMBER 2016**

Perihal : **IJIN PENELITIAN / RISET**

- Mengingat :
1. Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 2006 tentang Perizinan bagi Perguruan Tinggi Asing, Lembaga Penelitian dan Pengembangan Asing, Badan Usaha Asing dan Orang Asing dalam Melakukan Kegiatan Penelitian dan Pengembangan di Indonesia;
 2. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 20 Tahun 2011 tentang Pedoman Penelitian dan Pengembangan di Lingkungan Kementerian Dalam Negeri dan Pemerintah Daerah;
 3. Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 37 tahun 2008 tentang Rincian Tugas dan Fungsi Satuan Organisasi di Lingkungan Sekretariat Daerah dan Sekretariat Dewan Perwakilan Rakyat Daerah;
 4. Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 18 Tahun 2009 tentang Pedoman Pelayanan Perizinan, Rekomendasi Pelaksanaan Survei, Penelitian, Pendataan, Pengembangan, Pengkajian dan Studi Lapangan di Daerah Istimewa Yogyakarta.

DIIJINKAN untuk melakukan kegiatan survei/penelitian/pendataan/pengembangan/pengkajian/studi lapangan kepada:

Nama : **MUHAMMAD ZAINI**

NIP/NIM : **13502244006**

Alamat : **FAKULTAS TEKNIK , PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA , UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

Judul : **PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN RESISTOR DALAM RANGKAIAN ARUS SEARAH PADA MATA PELAJARAN TEKNIK LISTRI MENGGUNAKAN LABVIEW 2014 BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNI DI KELAS X TEKNIK AUDIO VIDEO SMK NEGERI 2 YOGYAKARTA**

Lokasi : **SMK NEGERI 2 YOGYAKARTA**

Waktu : **7 DESEMBER 2016 s/d 7 MARET 2017**

Dengan Ketentuan

1. Menyerahkan surat keterangan/ijin survei/penelitian/pendataan/pengembangan/pengkajian/studi lapangan *) dari Pemerintah Daerah DIY kepada Bupati/Walikota melalui institusi yang berwenang mengeluarkan ijin dimaksud;
2. Menyerahkan *softcopy* hasil penelitiannya baik kepada Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta melalui Biro Administrasi Pembangunan Setda DIY dalam bentuk *compact disk* (CD) maupun mengunggah (*upload*) melalui website : adbang.jogjaprov.go.id dan menunjukkan naskah cetakan asli yang sudah di syahkan dan di bubuhi cap institusi;
3. Ijin ini hanya dipergunakan untuk keperluan ilmiah, dan pemegang ijin wajib mentatati ketentuan yang berlaku di lokasi kegiatan;
4. Ijin penelitian dapat diperpanjang maksimal 2 (dua) kali dengan menunjukkan surat ini kembali sebelum berakhir waktunya setelah mengajukan perpanjangan melalui website : adbang.jogjaprov.go.id;
5. Ijin yang diberikan dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila pemegang ijin ini tidak memenuhi ketentuan yang berlaku.

Dikeluarkan di Yogyakarta
Pada Tanggal **7 DESEMBER 2016**

An. Sekretaris Daerah

Asisten Perekonomian dan Pengembangan
Ub.

Kepala Biro Administrasi Pembangunan



Drs. Tri Mulyono, MM

NIP. 19620830 198903 1 006

Tembusan:

- 1 GUBERNUR DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA (SEBAGAI LAPORAN)
- 2 WALIKOTA YOGYAKARTA CQ KA. DINAS PERIZINAN
- 3 KA. DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA DAN OLAHRAHA DIY
- 4 WAKIL DEKAN I FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
- 5 YANG BERSANGKUTAN

Lampiran 4. Surat Ijin Penelitian Pemerintah Kota Yogyakarta



PEMERINTAHAN KOTA YOGYAKARTA

DINAS PERIZINAN

Jl. Kenari No. 56 Yogyakarta 55165 Telepon 514448, 515865, 515865, 515866, 562682

Fax (0274) 555241

E-MAIL : perizinan@jogjakota.go.id

HOTLINE SMS : 081227625000 HOT LINE EMAIL : upik@jogjakota.go.id

WEBSITE : www.perizinan.jogjakota.go.id

SURAT IZIN

NOMOR : 070/4060

8164/34

Membaca Surat : Dari Surat izin/ Rekomendasi dari Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta
Nomor : 070/Reg/v/128/12/2016 Tanggal : 7 Desember 2016

Mengingat : 1. Peraturan Gubernur Daerah istimewa Yogyakarta Nomor : 18 Tahun 2009 tentang Pedoman Pelayanan Perizinan, Rekomendasi Pelaksanaan Survei, Penelitian, Pendataan, Pengembangan, Pengkajian dan Studi Lapangan di Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Peraturan Daerah Kota Yogyakarta Nomor 10 Tahun 2008 tentang Pembentukan, Susunan, Kedudukan dan Tugas Pokok Dinas Daerah;
3. Peraturan Walikota Yogyakarta Nomor 29 Tahun 2007 tentang Pemberian Izin Penelitian, Praktek Kerja Lapangan dan Kuliah Kerja Nyata di Wilayah Kota Yogyakarta;
4. Peraturan Walikota Yogyakarta Nomor 85 Tahun 2008 tentang Fungsi, Rincian Tugas Dinas Perizinan Kota Yogyakarta;
5. Peraturan Walikota Yogyakarta Nomor 14 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Perizinan pada Pemerintah Kota Yogyakarta;

Dijijinkan Kepada : Nama : MUHAMMAD ZAINI
No. Mhs/ NIM : 13502244006
Pekerjaan : Mahasiswa Fak. Teknik - UNY
Alamat : Jl. Colombo No. 1, Yogyakarta
Penanggungjawab : Dr. Priyanto, M.Kom
Keperluan : Melakukan Penelitian dengan judul Proposal : PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN RESISTOR DALAM RANGKAIAN ARUS SEARAH PADA MATA PELAJARAN TEKNIK LISTRIK MENGGUNAKAN LABVIEW 2014 BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO DI KELAS X TEKNIK AUDIO VIDEO SMK NEGERI 2 YOGYAKARTA

Lokasi/Responden : Kota Yogyakarta
Waktu : 8 Desember 2016 s/d 8 Maret 2017
Lampiran : Proposal dan Daftar Pertanyaan
Dengan Ketentuan : 1. Wajib Memberikan Laporan hasil Penelitian berupa CD kepada Walikota Yogyakarta (Cq. Dinas Perizinan Kota Yogyakarta)
2. Wajib Menjaga Tata tertib dan menaati ketentuan-ketentuan yang berlaku setempat
3. Izin ini tidak disalahgunakan untuk tujuan tertentu yang dapat mengganggu kesetabilan pemerintahan dan hanya diperlukan untuk keperluan ilmiah
4. Surat izin ini sewaktu-waktu dapat dibatalkan apabila tidak dipenuhinya ketentuan-ketentuan tersebut diatas

Kemudian diharap para Pejabat Pemerintahan setempat dapat memberikan bantuan seperlunya

Tanda Tangan
Pemegang Izin

MUHAMMAD ZAINI

Dikeluarkan di : Yogyakarta
Pada Tanggal : 08 Desember 2016

An. Kepala Dinas Perizinan
Sekretaris



Tembusan Kepada :

- Yth 1. Walikota Yogyakarta (sebagai laporan)
2. Ka. Biro Administrasi Pembangunan Setda DIY
3. Ka. Dinas Pendidikan Kota Yogyakarta
4. Kepala SMK Negeri 2 Yogyakarta



PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA, DAN OLAHRAGA
SMK NEGERI 2 YOGYAKARTA
JL. P. Mangkubumi 47 / AM. Sangaji 47 Telp. (0274) 513490
Fax. (0274) 512639
EMAIL : info@smk2-yk.sch.id Website : www.smk2-yk.sch.id Kode Pos 55233

SURAT KETERANGAN

No. : 070/ 132

Kepala SMK Negeri 2 Yogyakarta menerangkan bahwa :

Nama : **MUHAMMAD ZAINI**
No. Mahasiswa : 13502244006
Pekerjaan : Mahasiswa Fak. Teknik - UNY

Berdasarkan surat izin dari Dinas Perizinan Kota Yogyakarta Nomor : 070/4060 tanggal 8 Desember 2016 perihal Permohonan Izin Penelitian, bahwa mahasiswa tersebut telah selesai melaksanakan pengambilan data pada tanggal 8 Desember 2016 sampai 8 Maret 2017 dengan judul :

“ PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN RESISTOR DALAM RANGKAIAN ARUS SEARAH PADA MATA PELAJARAN TEKNIK LISTRIK MENGGUNAKAN LABVIEW 2014 BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO DI KELAS X TEKNIK AUDIO VIDEO SMK NEGERI 2 YOGYAKARTA ”

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 18 Januari 2017
Kepala Sekolah



Drs. SENTOT HARGIARDI, MM
NIP. 19600819 198603 1 010

Lampiran 6. Surat Permohonan Validasi Instrumen Penelitian 1

Hal : Permohonan Validasi Instrumen TAS
Lampiran : 1 Bendel
Kepada Yth,
Bapak Dr. Fatchul Arifin, S.T., M.T.
Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika
di Fakultas Teknik UNY

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya:

Nama : Muhammad Zaini
NIM : 13502244006
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah Pada Mata Pelajaran Teknik Listrik Menggunakan LabVIEW 2014 Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO Di Kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta

dengan hormat mohon Bapak berkenan memberikan validasi terhadap instrumen penelitian TAS yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) proposal TAS, (2) kisi-kisi instrumen penelitian TAS, dan (3) draf instrumen penelitian TAS.

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, ... Desember 2016

Pemohon,



Muhammad Zaini
NIM. 13502244006

Mengetahui,

Kaprodi P.T. Elektronika,


Dr. Fatchul Arifin, S.T., M.T.
NIP. 19720508 199802 1 002

Pembimbing TAS,


Dr. Priyanto, M.Kom.
NIP. 19620625 198503 1 002

Lampiran 7. Surat Permohonan Validasi Instrumen Penelitian 2

Hal : Permohonan Validasi Instrumen TAS
Lampiran : 1 Bendel
Kepada Yth,
Ibu Dessy Irmawati, M.T.
Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika
di Fakultas Teknik UNY

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya:

Nama : Muhammad Zaini
NIM : 13502244006
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah Pada Mata Pelajaran Teknik Listrik Menggunakan LabVIEW 2014 Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO Di Kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta

dengan hormat mohon Bapak berkenan memberikan validasi terhadap instrumen penelitian TAS yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) proposal TAS, (2) kisi-kisi instrumen penelitian TAS, dan (3) draf instrumen penelitian TAS.

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 14 Desember 2016

Pemohon,

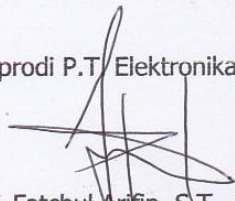


Muhammad Zaini

NIM. 13502244006

Mengetahui,

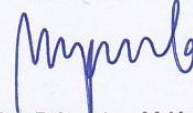
Kaprodi P.T. Elektronika,



Dr. Fatchul Arifin, S.T., M.T.

NIP. 19720508 199802 1 002

Pembimbing TAS,



Dr. Priyanto, M.Kom.

NIP. 19620625 198503 1 002

**SURAT PERNYATAAN VALIDASI
INSTRUMEN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dr. Fatchul Arifin, S.T., M.T.

NIP : 19720508 199802 1 002

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika

menyatakan bahwa instrumen penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Muhammad Zaini

NIM : 13502244006

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika

Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah Pada Mata Pelajaran Teknik Listrik Menggunakan LabVIEW 2014 Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO Di Kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta

Setelah dilakukan kajian atas instrumen penelitian TAS tersebut dapat dinyatakan:

☐

Layak digunakan untuk penelitian

☒

Layak digunakan dengan perbaikan

☐

Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan

dengan saran/perbaikan sebagaimana terlampir.

Demikian agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 29 Desember 2016

Validator,

Dr. Fatchul Arifin, S.T., M.T.

NIP. 19720508 199802 1 002

Catatan:

☐

Beri tanda ✓

**SURAT PERNYATAAN VALIDASI
INSTRUMEN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dessy Irmawati, M.T.
NIP : 19791214 201012 2 002
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika

menyatakan bahwa instrumen penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Muhammad Zaini
NIM : 13502244006
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah Pada Mata Pelajaran Teknik Listrik Menggunakan LabVIEW 2014 Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO Di Kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta

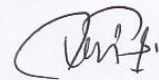
Setelah dilakukan kajian atas instrumen penelitian TAS tersebut dapat dinyatakan:

- ☐ Layak digunakan untuk penelitian
☒ Layak digunakan dengan perbaikan
☐ Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan dengan saran/perbaikan sebagaimana terlampir.

Demikian agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 16 Desember 2016

Validator,



Dessy Irmawati, M.T.

NIP. 19791214 201012 2 002

Catatan:

☐ Beri tanda ✓

Hasil Validasi Instrumen Penelitian TAS

Nama Mahasiswa : Muhammad Zaini

NIM : 13502244006

Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian
Arus Searah Pada Mata Pelajaran Teknik Listrik Menggunakan
LabVIEW 2014 Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO Di Kelas X
Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta

No.	Variabel	Saran/Tanggapan
	Instrumen Media	ada hal yg perlu di kembangkan
	Instrumen / Siswa	- lebih guru di buatkan - lebih dari penyediaan form.
		- ada beluga hal yg perlu perhatikan
	Komentar Umum/Lain-lain	

Yogyakarta, ...⁹ Desember 2016

Validator,

Dr. Fatchul Arifin, S.T., M.T.

NIP. 19720508 199802 1 002

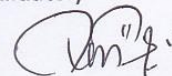
Hasil Validasi Instrumen Penelitian TAS

Nama Mahasiswa : Muhammad Zaini NIM : 13502244006
 Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian
 Arus Searah Pada Mata Pelajaran Teknik Listrik Menggunakan
 LabVIEW 2014 Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO Di Kelas X
 Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta

No.	Variabel	Saran/Tanggapan
1	Butir pertanyaan	jumlah butir minimal dua .
2.	Kalimat	Ada beberapa kalimat yang kurang efisien.
3.	Rubrik kinerja trainer	Perlu ditambahkan.
4.	Indikator aspek. Butir pertanyaan	Beberapa perlu digabung.
	Komentar Umum/Lain-lain Indikator tampilan dihilangkan , karena sudah ada di tata letak dan praktis.	

Yogyakarta,¹⁶ Desember 2016

Validator,



Dessy Irmawati, M.T.

NIP. 19791214 201012 2 002

Lampiran 12. Surat Permohonan Validasi Ahli Materi 1

Hal : Permohonan Ahli Materi
Lampiran : 1 Bendel
Kepada Yth,
Bapak Ponco Wali Pranoto, M.Pd.
Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika
di Fakultas Teknik UNY

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya:

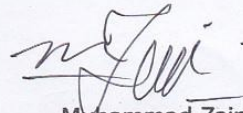
Nama : Muhammad Zaini
NIM : 13502244006
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah Pada Mata Pelajaran Teknik Listrik Menggunakan LabVIEW 2014 Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO Di Kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta

dengan hormat mohon Bapak berkenan menjadi Ahli Materi untuk memvalidasi Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) kisi-kisi instrumen penelitian TAS, (2) draf instrumen penelitian TAS, dan (3) media pembelajaran resistor.

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 14 Desember 2016

Pemohon,

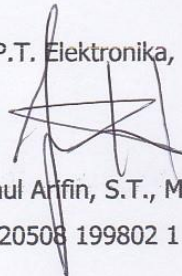


Muhammad Zaini

NIM. 13502244006

Mengetahui,

Kaprodi P.T. Elektronika,



Dr. Fatchul Arifin, S.T., M.T.

NIP. 19720508 199802 1 002

Pembimbing TAS,



Dr. Priyanto, M.Kom.

NIP. 19620625 198503 1 002

Lampiran 13. Surat Permohonan Validasi Ahli Materi 2

Hal : Permohonan Ahli Materi
Lampiran : 1 Bendel
Kepada Yth,
Bapak Kuswadi
Guru Paket Keahlian Teknik Audio Video
di SMK Negeri 2 Yogyakarta

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya:

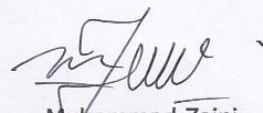
Nama : Muhammad Zaini
NIM : 13502244006
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah Pada Mata Pelajaran Teknik Listrik Menggunakan LabVIEW 2014 Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO Di Kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta

dengan hormat mohon Bapak berkenan menjadi Ahli Materi untuk memvalidasi Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) kisi-kisi instrumen penelitian TAS, (2) draf instrumen penelitian TAS, dan (3) media pembelajaran resistor.

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, ¹⁴..... Desember 2016

Pemohon,



Muhammad Zaini

NIM. 13502244006

Mengetahui,

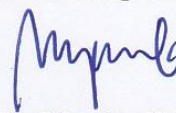
Kaprodi P.T. Elektronika,



Dr. Fatchul Arifin, S.T., M.T.

NIP. 19720508 199802 1 002

Pembimbing TAS,



Dr. Priyanto, M.Kom.

NIP. 19620625 198503 1 002

Lampiran 14. Surat Permohonan Validasi Ahli Media 1

Hal : Permohonan Ahli Media
Lampiran : 1 Bendel
Kepada Yth,
Bapak Satriyo Agung Dewanto, S.T., S.Pd.T., M.Pd.
Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika
di Fakultas Teknik UNY

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya:

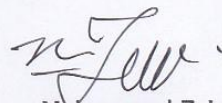
Nama : Muhammad Zaini
NIM : 13502244006
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah Pada Mata Pelajaran Teknik Listrik Menggunakan LabVIEW 2014 Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO Di Kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta

dengan hormat mohon Bapak berkenan menjadi Ahli Media untuk memvalidasi Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) kisi-kisi instrumen penelitian TAS, (2) draf instrumen penelitian TAS, dan (3) media pembelajaran resistor.

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, ¹⁹..... Desember 2016

Pemohon,

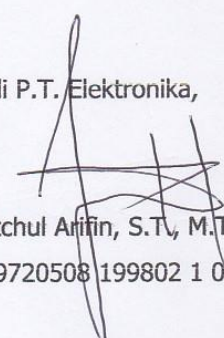


Muhammad Zaini

NIM. 13502244006

Mengetahui,

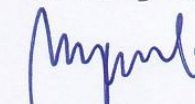
Kaprodi P.T. Elektronika,



Dr. Fatchul Arifin, S.T., M.T.

NIP. 19720508 199802 1 002

Pembimbing TAS,



Dr. Priyanto, M.Kom.

NIP. 19620625 198503 1 002

Lampiran 15. Surat Permohonan Validasi Ahli Media 2

Hal : Permohonan Ahli Media
Lampiran : 1 Bendel
Kepada Yth,
Bapak Marsudi, S.T.
Guru Paket Keahlian Teknik Audio Video
di SMK Negeri 2 Yogyakarta

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya:

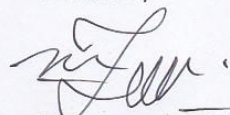
Nama : Muhammad Zaini
NIM : 13502244006
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah Pada Mata Pelajaran Teknik Listrik Menggunakan LabVIEW 2014 Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO Di Kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta

Dengan hormat mohon Bapak berkenan menjadi Ahli Media untuk memvalidasi Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) kisi-kisi instrumen penelitian TAS, (2) draf instrumen penelitian TAS, dan (3) media pembelajaran resistor.

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 14 Desember 2016

Pemohon,



Muhammad Zaini

NIM. 13502244006

Mengetahui,

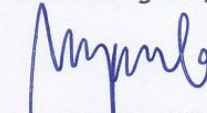
Kaprodi P.T. Elektronika,



Dr. Fatchul Arifin, S.T., M.T.

NIP. 19720508 199802 1 002

Pembimbing TAS,



Dr. Priyanto, M.Kom.

NIP. 19620625 198503 1 002

**LEMBAR EVALUASI
MEDIA PEMBELAJARAN RESISTOR
UNTUK AHLI MATERI**

Mata Pelajaran : Teknik Listrik
Sasaran : Siswa Kelas X Paket Keahlian Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta
Judul Penelitian : Pengembangan Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah Pada Mata Pelajaran Teknik Listrik Menggunakan LabVIEW 2014 Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO Di Kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta
Peneliti : Muhammad Zaini
Evaluator : Bapak Ponco Wali Pranoto, M.Pd.
Pekerjaan/Jabatan : Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika

A. Deskripsi

Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah. Media ini digunakan sebagai media pembelajaran yang mendukung kegiatan praktikum pada mata pelajaran Teknik Listrik dengan kompetensi dasar yaitu memahami fungsi rangkaian resistor rangkaian kelistrikan, menguji rangkaian resistor rangkaian kelistrikan, menganalisis hukum-hukum kelistrikan dan teori kelistrikan, dan menguji hukum-hukum kelistrikan dan teori kelistrikan. Sehubungan dengan hal tersebut, Bapak sebagai Ahli Materi dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar/saran terhadap Materi pada Media Pembelajaran ini.

B. Petunjuk

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh Ahli Materi.
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari aspek kualitas isi dan tujuan serta kualitas instruksional.
3. Pada rentangan tanggapan terdapat 4 (empat) tingkatan.
SS : Sangat Setuju TS : Tidak Setuju
S : Setuju STS : Sangat Tidak Setuju
4. Berilah tanda (✓) pada kolom yang sesuai dengan pendapat Ahli Materi terhadap setiap pernyataan.

Contoh:

No	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
1	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah sesuai dengan silabus teknik listrik.		✓		

- Lembar evaluasi ini disertai lampiran berupa silabus Teknik Listrik paket keahlian Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta untuk kompetensi dasar memahami fungsi rangkaian resistor rangkaian kelistrikan, menguji rangkaian resistor rangkaian kelistrikan, menganalisis hukum-hukum kelistrikan dan teori kelistrikan, dan menguji hukum-hukum kelistrikan dan teori kelistrikan.
- Apabila ada kekurangan, mohon kiranya dapat memberikan saran pada tempat yang telah disediakan.
- Terimakasih atas kesediaan Bapak untuk mengisi lembar evaluasi ini.

C. Aspek Penilaian

No	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
Kualitas Isi dan Tujuan					
1	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah sesuai dengan silabus teknik listrik.	✓			
2	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah mendukung pencapaian kompetensi dasar teknik listrik.		✓		
3	Materi yang disampaikan pada modul trainer media pembelajaran resistor dalam rangkaian arus searah ini sudah mencukupi kebutuhan siswa.	✓			
4	Media pembelajaran resistor ini dapat digunakan untuk alat bantu pembelajaran pada mata pelajaran teknik listrik.	✓			
5	Materi yang disampaikan pada modul trainer media pembelajaran resistor dalam rangkaian arus searah ini sesuai dengan materi di sekolah.		✓		
6	Materi yang disampaikan pada modul trainer media pembelajaran resistor dalam rangkaian arus searah ini benar secara ilmiah.	✓			
7	Materi pada modul trainer media pembelajaran resistor dalam rangkaian arus searah memuat keterampilan untuk mengukur resistor.	✓			

8	Penyajian materi pada modul trainer media pembelajaran resistor dalam rangkaian arus searah sudah runtut.		✓		
9	Langkah praktikum pada modul trainer media pembelajaran resistor dalam rangkaian arus searah sudah runtut.		✓		
10	Materi yang disajikan pada modul trainer media pembelajaran resistor dalam rangkaian arus searah mudah dipahami.		✓		
11	Simbol yang digunakan pada modul trainer media pembelajaran resistor dalam rangkaian arus searah sudah umum.		✓		
12	Simbol yang digunakan pada media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah sudah umum.		✓		
13	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini menarik minat dan perhatian siswa dalam belajar.	✓			
14	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini meningkatkan fokus belajar siswa.		✓		
15	Kosakata yang digunakan pada modul trainer sesuai dengan kemampuan intelektual siswa.		✓		
16	Prosedur keselamatan kerja memuat prosedur keamanan praktikum secara jelas dan mudah dipahami siswa.		✓		
17	Langkah kerja pada modul trainer jelas dan mudah dipahami siswa.		✓		
18	Pemaparan bagian-bagian media pembelajaran trainer resistor pada modul trainer mudah dimengerti siswa.		✓		
19	Modul trainer membantu guru dan siswa dalam menggunakan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah.	✓			
20	Modul trainer memudahkan guru dan siswa dalam melaksanakan praktik resistor.	✓			
21	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini dilengkapi dengan buku panduan yang mendukung praktik menggunakan trainer resistor.		✓		
22	Modul trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini dilengkapi dengan percobaan yang mendukung praktik menggunakan trainer resistor.	✓			
Kualitas Instruksional					

23	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah mendukung guru untuk menyampaikan materi yang dipelajari.	✓			
24	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah mendukung siswa untuk memahami materi yang dipelajari.		✓		
25	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah dapat menumbuhkan keinginan siswa untuk belajar.		✓		
26	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah dapat meningkatkan keinginan siswa dalam belajar.		✓		
27	Siswa merasa terbantu saat belajar dengan penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah.	✓			
28	Modul trainer membantu siswa saat praktikum menggunakan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah.		✓		

D. Komentar/Saran:

.....

.....

.....

.....

.....

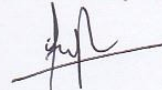
E. Kesimpulan

Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah untuk mata pelajaran Teknik Listrik di SMK Negeri 2 Yogyakarta dinyatakan:

- ☒ Dapat digunakan tanpa perbaikan
- ☐ Dapat digunakan dengan perbaikan
- ☐ Tidak dapat digunakan

Yogyakarta, ..⁵ Januari 2017

Ahli Materi,



Bapak Ponco Wali Pranoto, M.Pd.

NIP. 11301831128485

**LEMBAR EVALUASI
MEDIA PEMBELAJARAN RESISTOR
UNTUK AHLI MATERI**

Mata Pelajaran : Teknik Listrik
Sasaran : Siswa Kelas X Paket Keahlian Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta
Judul Penelitian : Pengembangan Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah Pada Mata Pelajaran Teknik Listrik Menggunakan LabVIEW 2014 Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO Di Kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta
Peneliti : Muhammad Zaini
Evaluator : Kuswadi
Pekerjaan/Jabatan : Guru TAV SMK Negeri 2 Yogyakarta

A. Deskripsi

Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah. Media ini digunakan sebagai media pembelajaran yang mendukung kegiatan praktikum pada mata pelajaran Teknik Listrik dengan kompetensi dasar yaitu memahami fungsi rangkaian resistor rangkaian kelistrikan, menguji rangkaian resistor rangkaian kelistrikan, menganalisis hukum-hukum kelistrikan dan teori kelistrikan, dan menguji hukum-hukum kelistrikan dan teori kelistrikan. Sehubungan dengan hal tersebut, Bapak sebagai Ahli Materi dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar/saran terhadap Materi pada Media Pembelajaran ini.

B. Petunjuk

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh Ahli Materi.
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari aspek kualitas isi dan tujuan serta kualitas instruksional.
3. Pada rentangan tanggapan terdapat 4 (empat) tingkatan.
SS : Sangat Setuju TS : Tidak Setuju
S : Setuju STS : Sangat Tidak Setuju
4. Berilah tanda (✓) pada kolom yang sesuai dengan pendapat Ahli Materi terhadap setiap pernyataan.

Contoh:

No	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
1	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah sesuai dengan silabus teknik listrik.		✓		

- Lembar evaluasi ini disertai lampiran berupa silabus Teknik Listrik paket keahlian Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta untuk kompetensi dasar memahami fungsi rangkaian resistor rangkaian kelistrikan, menguji rangkaian resistor rangkaian kelistrikan, menganalisis hukum-hukum kelistrikan dan teori kelistrikan, dan menguji hukum-hukum kelistrikan dan teori kelistrikan.
- Apabila ada kekurangan, mohon kiranya dapat memberikan saran pada tempat yang telah disediakan.
- Terimakasih atas kesediaan Bapak untuk mengisi lembar evaluasi ini.

C. Aspek Penilaian

No	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
Kualitas Isi dan Tujuan					
1	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah sesuai dengan silabus teknik listrik.	✓			
2	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah mendukung pencapaian kompetensi dasar teknik listrik.		✓		
3	Materi yang disampaikan pada modul trainer media pembelajaran resistor dalam rangkaian arus searah ini sudah mencukupi kebutuhan siswa.		✓		
4	Media pembelajaran resistor ini dapat digunakan untuk alat bantu pembelajaran pada mata pelajaran teknik listrik.	✓			
5	Materi yang disampaikan pada modul trainer media pembelajaran resistor dalam rangkaian arus searah ini sesuai dengan materi di sekolah.		✓		
6	Materi yang disampaikan pada modul trainer media pembelajaran resistor dalam rangkaian arus searah ini benar secara ilmiah.	✓			
7	Materi pada modul trainer media pembelajaran resistor dalam rangkaian arus searah memuat keterampilan untuk mengukur resistor.		✓		

8	Penyajian materi pada modul trainer media pembelajaran resistor dalam rangkaian arus searah sudah runtut.		✓		
9	Langkah praktikum pada modul trainer media pembelajaran resistor dalam rangkaian arus searah sudah runtut.	✓			
10	Materi yang disajikan pada modul trainer media pembelajaran resistor dalam rangkaian arus searah mudah dipahami.		✓		
11	Simbol yang digunakan pada modul trainer media pembelajaran resistor dalam rangkaian arus searah sudah umum.		✓		
12	Simbol yang digunakan pada media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah sudah umum.		✓		
13	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini menarik minat dan perhatian siswa dalam belajar.		✓		
14	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini meningkatkan fokus belajar siswa.	✓			
15	Kosakata yang digunakan pada modul trainer sesuai dengan kemampuan intelektual siswa.		✓		
16	Prosedur keselamatan kerja memuat prosedur keamanan praktikum secara jelas dan mudah dipahami siswa.		✓		
17	Langkah kerja pada modul trainer jelas dan mudah dipahami siswa.	✓			
18	Pemaparan bagian-bagian media pembelajaran trainer resistor pada modul trainer mudah dimengerti siswa.		✓		
19	Modul trainer membantu guru dan siswa dalam menggunakan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah.	✓			
20	Modul trainer memudahkan guru dan siswa dalam melaksanakan praktik resistor.		✓		
21	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini dilengkapi dengan buku panduan yang mendukung praktik menggunakan trainer resistor.	✓			
22	Modul trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini dilengkapi dengan percobaan yang mendukung praktik menggunakan trainer resistor.		✓		
Kualitas Instruksional					

23	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah mendukung guru untuk menyampaikan materi yang dipelajari.		✓		
24	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah mendukung siswa untuk memahami materi yang dipelajari.		✓		
25	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah dapat menumbuhkan keinginan siswa untuk belajar.	✓			
26	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah dapat meningkatkan keinginan siswa dalam belajar.		✓		
27	Siswa merasa terbantu saat belajar dengan penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah.		✓		
28	Modul trainer membantu siswa saat praktikum menggunakan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah.		✓		

D. Komentar/Saran:

.....
 - Penggambaran simbol pematangan alat ukur (Voltmeter)
 perlu dibedakan, karena pematangannya tidak bersama-
 sama.

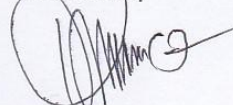
E. Kesimpulan

Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah untuk mata pelajaran Teknik Listrik di SMK Negeri 2 Yogyakarta dinyatakan:

- ☒ Dapat digunakan tanpa perbaikan
☐ Dapat digunakan dengan perbaikan
☐ Tidak dapat digunakan

Yogyakarta, 09. Januari 2017

Ahli Materi,



Kuswadi

NIP. 19580430 198303 1 010

**LEMBAR EVALUASI
MEDIA PEMBELAJARAN RESISTOR
UNTUK AHLI MEDIA**

Mata Pelajaran : Teknik Listrik
Sasaran : Siswa Kelas X Paket Keahlian Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta
Judul Penelitian : Pengembangan Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah Pada Mata Pelajaran Teknik Listrik Menggunakan LabVIEW 2014 Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO Di Kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta
Peneliti : Muhammad Zaini
Evaluator : Satriyo Agung Dewanto, S.T., S.Pd.T., M.Pd.
Pekerjaan/Jabatan : Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika

A. Deskripsi

Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah. Media ini digunakan sebagai media pembelajaran yang mendukung kegiatan praktikum pada mata pelajaran Teknik Listrik dengan kompetensi dasar yaitu memahami fungsi rangkaian resistor rangkaian kelistrikan, menguji rangkaian resistor rangkaian kelistrikan, menganalisis hukum-hukum kelistrikan dan teori kelistrikan, dan menguji hukum-hukum kelistrikan dan teori kelistrikan. Sehubungan dengan hal tersebut, Bapak/Ibu sebagai Ahli Media dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar/saran terhadap Media Pembelajaran ini

A. Petunjuk

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh Ahli Media.
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari aspek kualitas instruksional dan kualitas teknis.
3. Pada rentangan tanggapan terdapat 4 (empat) tingkatan.
SS : Sangat Setuju TS : Tidak Setuju
S : Setuju STS : Sangat Tidak Setuju
4. Berilah tanda (✓) pada kolom yang sesuai dengan pendapat Ahli Media terhadap setiap pernyataan.

Contoh:

No	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
1	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah memberikan kesempatan bagi siswa untuk membuktikan teori.		✓		

- Lembar evaluasi ini disertai lampiran berupa silabus Teknik Listrik paket keahlian Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta untuk kompetensi dasar memahami fungsi rangkaian resistor rangkaian kelistrikan, menguji rangkaian resistor rangkaian kelistrikan, menganalisis hukum-hukum kelistrikan dan teori kelistrikan, dan menguji hukum-hukum kelistrikan dan teori kelistrikan.
- Apabila ada kekurangan, mohon kiranya dapat memberikan saran pada tempat yang telah disediakan.
- Terimakasih atas kesediaan Bapak untuk mengisi lembar evaluasi ini.

B. Aspek Penilaian

No	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
Kualitas Teknis					
1	Pengaturan tata letak tiap blok percobaan pada media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah sudah teratur.	✓			
2	Tata letak tiap blok percobaan pada media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus sesuai dengan modul trainer.	✓			
3	Tata letak media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah memudahkan guru dan siswa dalam penggunaan saat praktikum.		✓		
4	Kombinasi warna tulisan dan latar media pembelajaran resistor dalam rangkaian arus searah sudah sesuai		✓		
5	Kombinasi warna tulisan dan latar media pembelajaran resistor dalam rangkaian arus searah menarik perhatian guru dan siswa		✓		
6	Jenis dan ukuran huruf yang digunakan pada media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah teratur.		✓		
7	Tampilan skema rangkaian pada media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah terlihat jelas.	✓			

8	Keterangan tulisan skema rangkaian pada media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah terlihat jelas.	✓			
9	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah mudah digunakan guru.	✓			
10	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah mudah digunakan siswa.		✓		
11	Ukuran media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah memudahkan guru dan siswa dalam penggunaan saat praktikum.		✓		
12	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini mudah disimpan/dipindahkan.		✓		
13	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah sesuai dengan kebutuhan guru dan siswa.		✓		
14	Bahan dan komponen yang digunakan pada media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah dapat bertahan lama.		✓		
15	Tidak ada error/masalah yang timbul ketika mengoperasikan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini.		✓		
16	Tampilan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini tidak mengganggu konsentrasi ketika digunakan.		✓		
17	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini aman ketika digunakan.	✓			
18	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini dapat meningkatkan rasa keingintahuan siswa dalam praktik.	✓			
19	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini dapat melibatkan siswa dalam praktik kelompok.	✓			
Kualitas Instruksional					
20	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah memberikan kesempatan bagi siswa untuk membuktikan teori.	✓			
21	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah dapat membantu proses pembelajaran.		✓		
22	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah mempermudah siswa dalam belajar.	✓			

23	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah mempermudah guru dalam mengajar.	✓			
24	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini dapat mengatasi keterbatasan media yang sudah ada.	✓			
25	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini dapat digunakan sesuai alokasi waktu yang telah ditetapkan untuk praktikum.		✓		
26	Kolaborasi pembelajaran ketika menggunakan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini memberikan pengalaman keterampilan yang sama.		✓		
27	Kolaborasi pembelajaran ketika menggunakan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini memberikan pengalaman pengetahuan yang sama.		✓		
28	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini dapat menumbuhkan keinginan siswa untuk belajar.		✓		
29	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini dapat meningkatkan keinginan siswa untuk belajar.	✓			
30	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah memudahkan guru dalam pembelajaran secara satu arah	✓			
31	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah memudahkan guru dalam pembelajaran secara dua arah.	✓			

C. Rubrik Kinerja Trainer

1. Hasil Pengujian Oleh Peneliti

a. Pengujian Catu Daya

Tabel Hasil Pengukuran Catu Daya:

Titik Pengukuran	Tegangan Output (V)	
	Tegangan Min	Tegangan Max
Power Supply 1	1,24	23,11
Power Supply 2	1,23	23,11

b. Pengujian *Interface* Arduino UNO dan Sensor

Tabel Hasil Pengukuran Catu Daya Arduino UNO dan Sensor (1):

Titik Pengukuran	Tegangan (V)
Vin Arduino	12,05
Vin Sensor	5,02

Tabel Hasil Pengukuran *Voltmeter* dan *Ampermeter* (2):

Voltmeter	Titik Pengukuran	Tegangan (V)
Channel 1	V R ₁	1,82
Channel 2	V R ₂ // R ₃	2,32
Channel 3	V R ₄	5,68
Ampermeter	Titik Pengukuran	Arus (mA)
Channel 1	I R ₁ & R ₄	4,66
Channel 2	I R ₂	2,19
Channel 3	I R ₃	0,64

c. Pengujian Blok Resistor Tetap dan Resistor Variabel

Tabel Hasil Pengukuran Resistor Tetap (1):

Titik Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	12,02	-
R1	6,52	6,55
L1	5,50	6,55

Tabel Hasil Pengukuran Resistor Variabel (2):

Titik Pengukuran	R2 (min)		R2 (max)	
	Tegangan (V)	Arus (mA)	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	11,98	-	12,03	-
R2	11,95	18,30	9,32	1,56
L1	0,033	18,30	2,70	1,56

d. Pengujian Blok NTC, PTC, VDR, dan LDR

Tabel Hasil Pengukuran NTC (1):

Titik Pengukuran	Keadaan Normal			Keadaan Panas		
	Hambatan (Ohm)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Hambatan (Ohm)	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	-	6,06	-	-	6,06	-
NTC	955	3,44	3,52	264	2,41	8,61
L1	-	2,61	3,52	-	3,65	8,61

Tabel Hasil Pengukuran PTC (2):

Titik Pengukuran	Keadaan Normal			Keadaan Panas		
	Hambatan (Ohm)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Hambatan (Ohm)	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	-	6,06	-	-	6,06	-
PTC	47	0,72	15,42	232	2,10	5,49
L1	-	5,32	15,42	-	3,95	5,49

Tabel Hasil Pengukuran VDR (3):

Titik Pengukuran	Keadaan Normal		Keadaan Dipengaruhi	
	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	6,03	-	22,00	-
VDR	6,60	0	20,34	0,04
L1	-0,41	0	1,64	0,04

Tabel Hasil Pengukuran LDR (4):

Titik Pengukuran	Keadaan Normal		Keadaan Gelap	
	Tegangan (V)	Arus (mA)	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	6,01	-	6,01	-
LDR	4,17	0,45	5,51	0,09
L1	1,84	0,45	0,39	0,09

e. Pengujian Blok Rangkaian Resistor Seri

Tabel Hasil Pengukuran Blok Rangkaian Resistor Seri:

Titik Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	10,14	-
R1	1,78	2,57
R2	2,58	2,57
R3	5,77	2,57

f. Pengujian Blok Rangkaian Resistor Paralel

Tabel Hasil Pengukuran Blok Rangkaian Resistor Paralel

Titik Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	10,07	-
R1	10,07	14,90
R2	10,07	10,27
R3	10,07	4,59

g. Pengujian Blok Rangkaian Resistor Seri-Paralel

Tabel Hasil Pengukuran Blok Rangkaian Resistor Seri-Paralel:

Titik Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	10,09	-
R1	1,82	2,63
R2	2,34	2,29
R3	2,34	0,25
R4	5,92	2,63

h. Pengujian Blok Jembatan *Wheatstone*

Tabel Hasil Pengukuran Blok Jembatan *Wheatstone*:

Titik Pengukuran	R4 (min)	R4 (max)
	Tegangan (V)	Tegangan (V)
B1	12,06	12,06
R1	11,89	2,22
R2	0,074	9,83
R3	11,89	2,22
R4	0,074	9,83
Titik Pengukuran	Arus (mA)	Arus (mA)
	I (A)	
I (A)	17,52	-1,39

i. Pengujian Blok Metode Mesh dan Loop

Tabel Hasil Pengukuran Blok Metode Mesh dan Loop:

Titik Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	12,07	-
B2	12,10	1,46
R1	7,27	3,31
R2	7,29	1,46
R3	4,80	4,88

j. Pengujian Blok Reduksi Rangkaian (Segitiga-Bintang)

Tabel Hasil Pengukuran Blok Reduksi Rangkaian:

Titik Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	12,08	-
R1	1,56	1,51
R2	10,53	-
R3	0,50	-
R4	2,07	2,04
R5	10	-

k. Pengujian Blok Metode Superposisi, Teorema Thevenin, dan Norton

Tabel Hasil Pengukuran Blok Metode Superposisi, Teorema Thevenin, dan Norton:

Titik Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	5,00	-
B2	10,01	-
R1	6,35	-
R2	1,34	-
R3	3,65	3,02

2. Hasil Uji Coba Ahli Media

Blok Pengujian*	Hasil Pengujian		Keterangan
	Sesuai**	Tidak Sesuai**	
a	✓		
b	✓		
c	✓		

Catatan:

*) diisi dengan huruf sesuai pengujian blok yg dipilih

**) dipilih salah satu dengan memberi tanda ✓

B. Komentar/Saran:

.....

.....

.....

.....

C. Kesimpulan


Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah untuk mata pelajaran

Teknik Listrik di SMK Negeri 2 Yogyakarta dinyatakan:

- ☒ Dapat digunakan tanpa perbaikan
- ☐ Dapat digunakan dengan perbaikan
- ☐ Tidak dapat digunakan

Yogyakarta,⁵ Januari 2017

Ahli Media,


Satriyo Agung Dewanto, S.T., S.Pd.T., M.Pd.
NIP. 19820826 201504 1 003

**LEMBAR EVALUASI
MEDIA PEMBELAJARAN RESISTOR
UNTUK AHLI MEDIA**

Mata Pelajaran : Teknik Listrik
Sasaran : Siswa Kelas X Paket Keahlian Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta
Judul Penelitian : Pengembangan Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah Pada Mata Pelajaran Teknik Listrik Menggunakan LabVIEW 2014 Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO Di Kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta
Peneliti : Muhammad Zaini
Evaluator : Marsudi, S.T.
Pekerjaan/Jabatan : Guru TAV SMK Negeri 2 Yogyakarta

A. Deskripsi

Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah. Media ini digunakan sebagai media pembelajaran yang mendukung kegiatan praktikum pada mata pelajaran Teknik Listrik dengan kompetensi dasar yaitu memahami fungsi rangkaian resistor rangkaian kelistrikan, menguji rangkaian resistor rangkaian kelistrikan, menganalisis hukum-hukum kelistrikan dan teori kelistrikan, dan menguji hukum-hukum kelistrikan dan teori kelistrikan. Sehubungan dengan hal tersebut, Bapak/Ibu sebagai Ahli Media dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar/saran terhadap Media Pembelajaran ini

A. Petunjuk

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh Ahli Media.
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari aspek kualitas instruksional dan kualitas teknis.
3. Pada rentangan tanggapan terdapat 4 (empat) tingkatan.
SS : Sangat Setuju TS : Tidak Setuju
S : Setuju STS : Sangat Tidak Setuju
4. Berilah tanda (✓) pada kolom yang sesuai dengan pendapat Ahli Media terhadap setiap pernyataan.

Contoh:

No	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
1	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah memberikan kesempatan bagi siswa untuk membuktikan teori.		✓		

- Lembar evaluasi ini disertai lampiran berupa silabus Teknik Listrik paket keahlian Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta untuk kompetensi dasar memahami fungsi rangkaian resistor rangkaian kelistrikan, menguji rangkaian resistor rangkaian kelistrikan, menganalisis hukum-hukum kelistrikan dan teori kelistrikan, dan menguji hukum-hukum kelistrikan dan teori kelistrikan.
- Apabila ada kekurangan, mohon kiranya dapat memberikan saran pada tempat yang telah disediakan.
- Terimakasih atas kesediaan Bapak untuk mengisi lembar evaluasi ini.

B. Aspek Penilaian

No	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
Kualitas Teknis					
1	Pengaturan tata letak tiap blok percobaan pada media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah sudah teratur.		✓		
2	Tata letak tiap blok percobaan pada media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus sesuai dengan modul trainer.		✓		
3	Tata letak media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah memudahkan guru dan siswa dalam penggunaan saat praktikum.		✓		
4	Kombinasi warna tulisan dan latar media pembelajaran resistor dalam rangkaian arus searah sudah sesuai		✓		
5	Kombinasi warna tulisan dan latar media pembelajaran resistor dalam rangkaian arus searah menarik perhatian guru dan siswa		✓		
6	Jenis dan ukuran huruf yang digunakan pada media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah teratur.		✓		
7	Tampilan skema rangkaian pada media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah terlihat jelas.	✓			

8	Keterangan tulisan skema rangkaian pada media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah terlihat jelas.	✓			
9	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah mudah digunakan guru.		✓		
10	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah mudah digunakan siswa.		✓		
11	Ukuran media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah memudahkan guru dan siswa dalam penggunaan saat praktikum.	✓			
12	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini mudah disimpan/dipindahkan.	✓			
13	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah sesuai dengan kebutuhan guru dan siswa.		✓		
14	Bahan dan komponen yang digunakan pada media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah dapat bertahan lama.		✓		
15	Tidak ada error/masalah yang timbul ketika mengoperasikan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini.		✓		
16	Tampilan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini tidak mengganggu konsentrasi ketika digunakan.		✓		
17	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini aman ketika digunakan.		✓		
18	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini dapat meningkatkan rasa keingintahuan siswa dalam praktik.	✓			
19	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini dapat melibatkan siswa dalam praktik kelompok.		✓		
Kualitas Instruksional					
20	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah memberikan kesempatan bagi siswa untuk membuktikan teori.	✓			
21	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah dapat membantu proses pembelajaran.	✓			
22	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah mempermudah siswa dalam belajar.	✓			

23	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah mempermudah guru dalam mengajar.		✓		
24	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini dapat mengatasi keterbatasan media yang sudah ada.	✓			
25	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini dapat digunakan sesuai alokasi waktu yang telah ditetapkan untuk praktikum.	✓			
26	Kolaborasi pembelajaran ketika menggunakan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini memberikan pengalaman keterampilan yang sama.		✓		
27	Kolaborasi pembelajaran ketika menggunakan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini memberikan pengalaman pengetahuan yang sama.		✓		
28	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini dapat menumbuhkan keinginan siswa untuk belajar.	✓			
29	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini dapat meningkatkan keinginan siswa untuk belajar.	✓			
30	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah memudahkan guru dalam pembelajaran secara satu arah		✓		
31	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah memudahkan guru dalam pembelajaran secara dua arah.		✓		

C. Rubrik Kinerja Trainer

1. Hasil Pengujian Oleh Peneliti

a. Pengujian Catu Daya

Tabel Hasil Pengukuran Catu Daya:

Titik Pengukuran	Tegangan Output (V)	
	Tegangan Min	Tegangan Max
Power Supply 1	1,24	23,11
Power Supply 2	1,23	23,11

b. Pengujian *Interface* Arduino UNO dan Sensor

Tabel Hasil Pengukuran Catu Daya Arduino UNO dan Sensor (1):

Titik Pengukuran	Tegangan (V)
Vin Arduino	12,05
Vin Sensor	5,02

Tabel Hasil Pengukuran *Voltmeter* dan *Ampermeter* (2):

Voltmeter	Titik Pengukuran	Tegangan (V)
Channel 1	V R ₁	1,82
Channel 2	V R ₂ // R ₃	2,32
Channel 3	V R ₄	5,68
Ampermeter	Titik Pengukuran	Arus (mA)
Channel 1	I R ₁ & R ₄	4,66
Channel 2	I R ₂	2,19
Channel 3	I R ₃	0,64

c. Pengujian Blok Resistor Tetap dan Resistor Variabel

Tabel Hasil Pengukuran Resistor Tetap (1):

Titik Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	12,02	-
R1	6,52	6,55
L1	5,50	6,55

Tabel Hasil Pengukuran Resistor Variabel (2):

Titik Pengukuran	R2 (min)		R2 (max)	
	Tegangan (V)	Arus (mA)	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	11,98	-	12,03	-
R2	11,95	18,30	9,32	1,56
L1	0,033	18,30	2,70	1,56

d. Pengujian Blok NTC, PTC, VDR, dan LDR

Tabel Hasil Pengukuran NTC (1):

Titik Pengukuran	Keadaan Normal			Keadaan Panas		
	Hambatan (Ohm)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Hambatan (Ohm)	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	-	6,06	-	-	6,06	-
NTC	955	3,44	3,52	264	2,41	8,61
L1	-	2,61	3,52	-	3,65	8,61

Tabel Hasil Pengukuran PTC (2):

Titik Pengukuran	Keadaan Normal			Keadaan Panas		
	Hambatan (Ohm)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Hambatan (Ohm)	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	-	6,06	-	-	6,06	-
PTC	47	0,72	15,42	232	2,10	5,49
L1	-	5,32	15,42	-	3,95	5,49

Tabel Hasil Pengukuran VDR (3):

Titik Pengukuran	Keadaan Normal		Keadaan Dipengaruhi	
	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	6,03	-	22,00	-
VDR	6,60	0	20,34	0,04
L1	-0,41	0	1,64	0,04

Tabel Hasil Pengukuran LDR (4):

Titik Pengukuran	Keadaan Normal		Keadaan Gelap	
	Tegangan (V)	Arus (mA)	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	6,01	-	6,01	-
LDR	4,17	0,45	5,51	0,09
L1	1,84	0,45	0,39	0,09

e. Pengujian Blok Rangkaian Resistor Seri

Tabel Hasil Pengukuran Blok Rangkaian Resistor Seri:

Titik Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	10,14	-
R1	1,78	2,57
R2	2,58	2,57
R3	5,77	2,57

f. Pengujian Blok Rangkaian Resistor Paralel

Tabel Hasil Pengukuran Blok Rangkaian Resistor Paralel

Titik Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	10,07	-
R1	10,07	14,90
R2	10,07	10,27
R3	10,07	4,59

g. Pengujian Blok Rangkaian Resistor Seri-Paralel

Tabel Hasil Pengukuran Blok Rangkaian Resistor Seri-Paralel:

Titik Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	10,09	-
R1	1,82	2,63
R2	2,34	2,29
R3	2,34	0,25
R4	5,92	2,63

h. Pengujian Blok Jembatan *Wheatstone*

Tabel Hasil Pengukuran Blok Jembatan *Wheatstone*:

Titik Pengukuran	R4 (min)	R4 (max)
	Tegangan (V)	Tegangan (V)
B1	12,06	12,06
R1	11,89	2,22
R2	0,074	9,83
R3	11,89	2,22
R4	0,074	9,83
Titik Pengukuran	Arus (mA)	Arus (mA)
	I (A)	
	17,52	-1,39

i. Pengujian Blok Metode Mesh dan Loop

Tabel Hasil Pengukuran Blok Metode Mesh dan Loop:

Titik Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	12,07	-
B2	12,10	1,46
R1	7,27	3,31
R2	7,29	1,46
R3	4,80	4,88

j. Pengujian Blok Reduksi Rangkaian (Segitiga-Bintang)

Tabel Hasil Pengukuran Blok Reduksi Rangkaian:

Titik Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	12,08	-
R1	1,56	1,51
R2	10,53	-
R3	0,50	-
R4	2,07	2,04
R5	10	-

k. Pengujian Blok Metode Superposisi, Teorema Thevenin, dan Norton

Tabel Hasil Pengukuran Blok Metode Superposisi, Teorema Thevenin, dan Norton:

Titik Pengukuran	Tegangan (V)	Arus (mA)
B1	5,00	-
B2	10,01	-
R1	6,35	-
R2	1,34	-
R3	3,65	3,02

2. Hasil Uji Coba Ahli Media

Blok Pengujian*	Hasil Pengujian		Keterangan
	Sesuai**	Tidak Sesuai**	
D1	✓		
D2	✓		

Catatan:

*) diisi dengan huruf sesuai pengujian blok yg dipilih

**) dipilih salah satu dengan memberi tanda ✓

B. Komentaris/Saran:

akan lebih menimbulkan rasa keingintahuan siswa jika pada modul diberi contoh Aplikasi atau penerapan rangkaian atau komponen yang ada pada Trainer

C. Kesimpulan

Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah untuk mata pelajaran

Teknik Listrik di SMK Negeri 2 Yogyakarta dinyatakan:

- ☒ Dapat digunakan tanpa perbaikan
☐ Dapat digunakan dengan perbaikan
☐ Tidak dapat digunakan

Yogyakarta, ... Januari 2017

Ahli Media,

Marsudi, S.T.

NIP. 19630124 198903 1 006

**LEMBAR EVALUASI
MEDIA PEMBELAJARAN RESISTOR
UNTUK SISWA**

Mata Pelajaran : Teknik Listrik
Sasaran : Siswa Kelas X Paket Keahlian Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta
Judul Penelitian : Pengembangan Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah Pada Mata Pelajaran Teknik Listrik Menggunakan LabVIEW 2014 Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO Di Kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 2 Yogyakarta
Peneliti : Muhammad Zaini

A. Deskripsi

Lembar evaluasi ini digunakan untuk menilai Media Pembelajaran Resistor Dalam Rangkaian Arus Searah. Media ini digunakan sebagai media pembelajaran yang mendukung kegiatan praktikum pada mata pelajaran Teknik Listrik dengan kompetensi dasar yaitu memahami fungsi rangkaian resistor rangkaian kelistrikan, menguji rangkaian resistor rangkaian kelistrikan, menganalisis hukum-hukum kelistrikan dan teori kelistrikan, dan menguji hukum-hukum kelistrikan dan teori kelistrikan. Sehubungan dengan hal tersebut, Anda dimohon untuk memberikan tanggapan dan komentar/saran terhadap Media Pembelajaran ini.

B. Petunjuk

1. Lembar evaluasi ini diisi oleh siswa.
2. Lembar evaluasi ini terdiri dari aspek kualitas teknis, kualitas isi dan tujuan , serta kualitas instruksional.
3. Pada rentangan tanggapan terdapat 4 (empat) tingkatan.
SS : Sangat Setuju TS : Tidak Setuju
S : Setuju STS : Sangat Tidak Setuju
4. Berilah tanda (✓) pada kolom yang sesuai dengan pendapat Anda terhadap setiap pernyataan.

Contoh:

No	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
1	Materi yang disajikan pada modul trainer media pembelajaran resistor dalam rangkaian arus searah memiliki tingkat kejelasan yang mudah dipahami.		✓		

5. Apabila ada kekurangan, mohon kiranya dapat memberikan saran pada tempat yang telah disediakan.
6. Terimakasih atas kesediaan Anda untuk mengisi lembar evaluasi ini.

C. Aspek Penilaian

No	Kriteria Penilaian	Tanggapan			
		SS	S	TS	STS
Kualitas Teknis					
1	Pengaturan tata letak tiap blok percobaan pada media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah sudah teratur.		✓		
2	Tata letak media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah memudahkan saya dalam penggunaan saat praktikum.		✓		
3	Kombinasi warna tulisan dan latar media pembelajaran resistor dalam rangkaian arus searah sudah sesuai.		✓		
4	Kombinasi warna tulisan dan latar media pembelajaran resistor dalam rangkaian arus searah menarik perhatian saya.		✓		
5	Jenis dan ukuran huruf yang digunakan pada media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah teratur.			✓	
6	Tampilan skema rangkaian pada media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah terlihat jelas.		✓		
7	Keterangan tulisan skema rangkaian pada media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah terlihat jelas.		✓		
8	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah mudah saya gunakan.		✓		
9	Media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah ini mudah disimpan/dipindahkan.		✓		

25	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah mendukung saya untuk memahami materi yang dipelajari.	✓			
26	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah dapat menumbuhkan keinginan saya untuk belajar.	✓			
27	Penggunaan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah dapat meningkatkan keinginan saya dalam belajar.		✓		
28	Saya merasa terbantu saat belajar dengan menggunakan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah.		✓		
29	Modul trainer membantu saya saat praktikum menggunakan media pembelajaran trainer resistor dalam rangkaian arus searah.		✓		

A. Komentor/Saran:

Alat ini mudah dipahami untuk media pembelajaran

.....

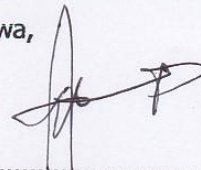
.....

.....

.....

Yogyakarta, Januari 2017

Siswa,



(ARDIWAN WIJANARKO)

10

Lampiran 21. Hasil Uji Validitas Butir Instrumen

Responden	Butir Item X																													Y	Y ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
1	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	102	10404
2	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	100	10000
3	4	4	3	4	3	4	4	3	3	3	4	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	106	11236
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	87	7569
5	4	4	4	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	109	11881
6	4	4	2	2	3	3	3	3	2	4	3	3	3	4	4	3	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	98	9604
7	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	113	12769
8	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	3	4	108	11664
9	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	105	11025
10	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	3	99	9801
11	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	88	7744
12	3	3	3	3	4	3	4	3	2	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	4	4	3	3	4	4	3	3	95	9025
13	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	4	4	94	8836
14	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	89	7921
15	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	116	13456
16	4	3	3	2	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	4	4	3	4	3	3	95	9025
17	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3	102	10404
18	4	3	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	4	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	96	9216
19	4	4	4	3	3	4	4	4	2	2	2	4	3	4	4	4	4	3	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	100	10000
20	4	4	4	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	104	10816
21	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	3	3	3	93	8649
22	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	3	105	11025
23	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	94	8836
24	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4	103	10609
25	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	3	4	3	3	4	106	11236
26	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	88	7744
27	3	4	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	108	11664
28	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	116	13456
29	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	105	11025
30	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	107	11449
Σ	109	106	104	101	105	103	99	98	94	104	103	105	103	109	108	101	108	103	101	109	108	104	107	107	109	109	102	107	105	3031	308089
Σ ²	11881	11236	10816	10201	11025	10609	9801	9604	8836	10816	10609	11025	10609	11881	11664	10201	11664	10609	10201	11881	11664	10816	11449	11449	11881	11881	10404	11449	11025		
Rxy	0,487	0,709	0,396	0,369	0,538	0,620	0,478	0,496	0,444	0,419	0,596	0,597	0,706	0,636	0,574	0,480	0,609	0,655	0,501	0,627	0,470	0,412	0,662	0,602	0,557	0,408	0,507	0,483	0,640		
Rtabel	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,36	0,36	0,36	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361		
Status	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid		

Lampiran 22. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen

Responden	Butir Item (X)																													Y	Y²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
1	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	102	10404
2	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	100	10000
3	4	4	3	4	3	4	4	3	3	3	4	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	106	11236
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	87	7569
5	4	4	4	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	109	11881
6	4	4	2	2	3	3	3	3	2	4	3	3	3	4	4	3	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	98	9604
7	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	113	12769
8	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	3	4	108	11664
9	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	105	11025
10	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	3	99	9801
11	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	88	7744
12	3	3	3	3	4	3	4	3	2	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	4	4	3	3	4	4	3	3	95	9025
13	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	4	4	94	8836
14	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	89	7921
15	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	116	13456
16	4	3	3	2	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	4	4	3	4	3	3	95	9025
17	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3	102	10404
18	4	3	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	4	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	96	9216
19	4	4	4	3	3	4	4	4	2	2	2	4	3	4	4	4	4	3	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	100	10000
20	4	4	4	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	104	10816
21	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	3	3	3	93	8649
22	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	3	105	11025
23	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	94	8836
24	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4	103	10609
25	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	3	4	3	3	4	106	11236
26	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	88	7744
27	3	4	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	108	11664
28	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	116	13456
29	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	105	11025
30	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	107	11449
Σ	109	106	104	101	105	103	99	98	94	104	103	105	103	109	108	101	108	103	101	109	108	104	107	107	109	109	102	107	105	3031	308089
ΣX²	403	382	370	351	375	361	333	326	304	370	363	375	361	403	396	347	396	361	349	403	396	368	389	389	403	403	354	389	375		
σi²	0,232	0,249	6,700	0,366	0,250	0,246	0,210	0,196	0,316	0,316	0,312	0,250	0,246	0,232	0,240	0,232	0,240	0,246	0,299	0,232	0,240	0,249	0,246	0,246	0,232	0,232	0,240	0,246	0,250		
Σσi²	13,788																														
σ²	61,899																														
r11	0,805																														

NILAI-NILAI *r* PRODUCT MOMENT

N	Taraf Signif		N	Taraf Signif		N	Taraf Signif	
	5%	1%		5%	1%		5%	1%
3	0.997	0.999	27	0.381	0.487	55	0.266	0.345
4	0.950	0.990	28	0.374	0.478	60	0.254	0.330
5	0.878	0.959	29	0.367	0.470	65	0.244	0.317
6	0.811	0.917	30	0.361	0.463	70	0.235	0.306
7	0.754	0.874	31	0.355	0.456	75	0.227	0.296
8	0.707	0.834	32	0.349	0.449	80	0.220	0.286
9	0.666	0.798	33	0.344	0.442	85	0.213	0.278
10	0.632	0.765	34	0.339	0.436	90	0.207	0.270
11	0.602	0.735	35	0.334	0.430	95	0.202	0.263
12	0.576	0.708	36	0.329	0.424	100	0.195	0.256
13	0.553	0.684	37	0.325	0.418	125	0.176	0.230
14	0.532	0.661	38	0.320	0.413	150	0.159	0.210
15	0.514	0.641	39	0.316	0.408	175	0.148	0.194
16	0.497	0.623	40	0.312	0.403	200	0.138	0.181
17	0.482	0.606	41	0.308	0.398	300	0.113	0.148
18	0.468	0.590	42	0.304	0.393	400	0.098	0.128
19	0.456	0.575	43	0.301	0.389	500	0.088	0.115
20	0.444	0.561	44	0.297	0.384	600	0.080	0.105
21	0.433	0.549	45	0.294	0.380	700	0.074	0.097
22	0.423	0.537	46	0.291	0.376	800	0.070	0.091
23	0.413	0.526	47	0.288	0.372	900	0.065	0.086
24	0.404	0.515	48	0.284	0.368	1000	0.062	0.081
25	0.396	0.505	49	0.281	0.364			
26	0.388	0.496	50	0.279	0.361			

Sumber: (Nurgiyantoro, 2009: 382)

Lampiran 24. Hasil Uji Pemakaian Tiap Aspek

Responden	Jumlah Skor Pada Tiap Aspek		
	Kualitas Teknis	Kualitas Isi dan Tujuan	Kualitas Instruksional
1	52	26	24
2	52	28	32
3	50	25	31
4	50	25	29
5	52	27	30
6	48	21	27
7	54	27	32
8	43	22	26
9	52	28	32
10	51	26	31
11	43	21	24
12	42	23	24
13	42	25	27
14	42	21	26
15	56	28	32
16	49	24	27
17	48	25	29
18	47	25	28
19	47	25	28
20	44	23	27
21	43	22	28
22	46	23	27
23	48	22	24
24	51	26	30
25	52	26	28
26	53	25	31
27	49	27	32
28	56	28	32
29	48	26	31
30	53	26	28
31	48	26	31
32	51	27	27
33	42	21	26
34	44	24	32
35	44	21	24
36	46	22	24
37	44	21	24
38	42	21	24
39	44	21	24
40	45	21	24
41	46	23	29
42	43	25	30
43	46	22	27
44	46	24	29
45	42	21	24
46	44	23	28
47	49	25	31
48	45	23	27
49	46	23	25
50	49	23	24
51	49	24	27
52	53	25	30
53	41	19	24
54	51	23	30
55	56	28	32
56	43	21	24
57	51	25	27
58	49	26	28
59	47	23	27
60	42	21	26
61	44	24	27
62	49	23	28
63	46	23	29
64	49	22	29
Σ	3039	1530	1779
Persentase (%)	84,79	85,38	86,87

Lampiran 25. Hasil Uji Pemakaian oleh Siswa

Responden	Rerata	Total	Max	Persentase (%)
1	3,52	102	116	87,93
2	3,86	112	116	96,55
3	3,66	106	116	91,38
4	3,59	104	116	89,66
5	3,76	109	116	93,97
6	3,31	96	116	82,76
7	3,90	113	116	97,41
8	3,14	91	116	78,45
9	3,86	112	116	96,55
10	3,72	108	116	93,10
11	3,03	88	116	75,86
12	3,07	89	116	76,72
13	3,24	94	116	81,03
14	3,07	89	116	76,72
15	4,00	116	116	100,00
16	3,45	100	116	86,21
17	3,52	102	116	87,93
18	3,45	100	116	86,21
19	3,45	100	116	86,21
20	3,24	94	116	81,03
21	3,21	93	116	80,17
22	3,31	96	116	82,76
23	3,24	94	116	81,03
24	3,69	107	116	92,24
25	3,66	106	116	91,38
26	3,76	109	116	93,97
27	3,72	108	116	93,10
28	4,00	116	116	100,00
29	3,62	105	116	90,52
30	3,69	107	116	92,24
31	3,62	105	116	90,52
32	3,62	105	116	90,52
33	3,07	89	116	76,72
34	3,45	100	116	86,21
35	3,07	89	116	76,72
36	3,17	92	116	79,31
37	3,07	89	116	76,72
38	3,00	87	116	75,00
39	3,07	89	116	76,72
40	3,10	90	116	77,59
41	3,38	98	116	84,48
42	3,38	98	116	84,48
43	3,28	95	116	81,90
44	3,41	99	116	85,34
45	3,00	87	116	75,00
46	3,28	95	116	81,90
47	3,62	105	116	90,52
48	3,28	95	116	81,90
49	3,24	94	116	81,03
50	3,31	96	116	82,76
51	3,45	100	116	86,21
52	3,72	108	116	93,10
53	2,90	84	116	72,41
54	3,59	104	116	89,66
55	4,00	116	116	100,00
56	3,03	88	116	75,86
57	3,55	103	116	88,79
58	3,55	103	116	88,79
59	3,34	97	116	83,62
60	3,07	89	116	76,72
61	3,28	95	116	81,90
62	3,45	100	116	86,21
63	3,38	98	116	84,48
64	3,45	100	116	86,21
Σ		6348	7424	85,51

Lampiran 26. Dokumentasi

